

**ÜBER FORM UND STRUKTUR DER WURZELKANALWAND
NACH INSTRUMENTELLER AUFBEREITUNG**

Jan Władysław Konopelski

1900



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546215_0018

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. A.Kröncke)

ÜBER FORM UND STRUKTUR DER WURZELKANALWAND
NACH INSTRUMENTELLER AUFBEREITUNG

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Jan Władysław Konopelski
aus
Przemyśl (Polen)
1980

Gedruckt mit Erlaubnis der medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten

Referent: Prof. Dr. A. Kröncke

Tag der mündlichen Prüfung: 22.12.1980

Meinen Eltern gewidmet

Es sei mir erlaubt, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. A. KRÖNCKE für die Überlassung der Arbeit und für die wertvollen Ratschläge bei ihrer Durchführung meinen ergebendsten Dank auszusprechen.

Ebenso danke ich Herrn Dipl.-phys. P. PRÖSCHEL für die Hilfe bei den rasterelektronischen Arbeiten sowie Herrn Dr. Dr. H. -H. BARTH, der mich bei der sprachlichen und grammatikalischen Abfassung der Arbeit unterstützte.

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	Seite 1
Literaturübersicht	3
Material und Methode	9
Ergebnisse	12
Diskussion der Ergebnisse	20
Zusammenfassung	23
Schrifttum	25
Anhang	30

I. EINLEITUNG

Die Gesunderhaltung des Pulpaorganes und des apikalen Parodontiums ist eine der wichtigsten Aufgaben des Zahnarztes. Kann die Pulpa eines Zahnes nicht mehr lebend erhalten werden, so bleibt häufig noch die Möglichkeit, eine Wurzelkanalbehandlung durchzuführen.

Allgemein anerkanntes Prinzip dieses Verfahrens ist es, den Inhalt des Wurzelkanalsystems soweit wie möglich auszuräumen und mit einem geeigneten Material dicht abzuschließen (BÜHLEN (1), TZOUMARIS (31)). Ein dichter Abschluß des Wurzelfüllmaterials ist nur dann zu erreichen, wenn die Wurzelkanalwand trocken, glatt und frei von Geweberesten und Spänen ist (FROMME, GUTTZEIT, RIEDEL (6)). Dies ist die Aufgabe des Ausräumens. Vor Behandlungsbeginn ist die Wurzelkanalwand in ihrer Beschaffenheit zum Abfüllen ungeeignet. Das Wurzelkanalsystem ist ein sehr kompliziert aufgebautes Gebilde (MEYER (20) und HERMANN (10)). Neben "einfachen" Aufteilungen der Wurzelkanäle existieren Ausbuchtungen, Wandunregelmäßigkeiten, Verbindungsgänge zwischen Pulpa und Parodontium und zum Teil steil abgehende, kleinste Seitenkanälchen.

Während im normalen Wurzelkanalsystem das gesamte Volumen von gesundem Pulpagewebe ausgefüllt ist, herrscht im Zustand der Nekrose oder der Gangrän ein feuchtes, mit Bakterien ausgekleidetes, infiziertes Milieu.

Wurzelkanalmaterialien können aber nur an einer sauberen, trockenen Wurzelkanalwand dicht anschließen. Diese läßt sich nur durch Verschuß der Dentinkanälcheneingänge und sorgfältige Entfernung von Geweberesten während der Wurzelkanalwandaufbereitung erreichen.

Zur Herstellung einer für die Füllung optimalen Wurzelkanalsituation gehört es aber auch, die Wurzelkanalwände so zu bearbeiten, daß im apikalen Teil ein möglichst runder Querschnitt entsteht und die Wand so glatt wie möglich ist. Dabei muß man sich darüber im klaren sein, daß die anatomische Situation einer idealen Wandaufbereitung oft Hindernisse in den Weg legt.

- 2 -

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es zu erforschen, welche Methode der Wurzelkanalaufbereitung in Kombination verschiedener, üblicher Handinstrumente optimal ist, um den oben angesprochenen Vorstellungen am nächsten zu kommen. In dieser Arbeit wird an verschiedenen, praktisch wichtigen Abschnitten der Wurzelkanalwand beurteilt, inwieweit durch Aufbereitungsverfahren optimale Bedingungen geschaffen werden können. Als Kriterium für eine optimale Wandaufbereitung gilt es, möglichst wenig Gewebereste, Späne und offene Dentinkanälchen zu belassen. Gleichzeitig lassen die Spuren der Aufbereitungsinstrumente Rückschlüsse auf die Güte der Wandaufbereitung zu.

II. LITERATURÜBERSICHT

Mit den anatomischen Grundlagen der Wurzelbehandlung befaßten sich schon seit Ende des letzten Jahrhunderts zahlreiche Autoren (BLACK 1897), MILLER (1904), FISCHER (1912), HESS (1917), KELLER (1928)).

1960 hat MEYER (20) die Gestalt des Wurzelkanals in mehreren Aspekten beschrieben und an Bildern demonstriert. Er hat darauf hingewiesen, daß sich ein Wurzelkanal von einem einfachen, geraden, parallelwandigen, monotonen Rohr mit rundem Querschnitt dadurch unterscheidet, daß er nach distal gekrümmt ist. Sein Foramen apicale befindet sich in mehr als 50 % der Fälle nicht an der Wurzelspitze, sondern seitlich davon, und es stellt sich zum Parodontium hin als breit eröffneter Trichter dar. In mehr als 70 % der Fälle sind im apikalen Bereich Seitenkanälchen und Ramifikationen vorhanden. Der Bifurkationsbereich der Molaren weist Kanälchen zwischen Pulpa und Parodontium auf. Weiterhin zeigte er, daß die Wurzelkanäle meist im Querschnitt flach sind.

HERMANN (10) fand bei den oberen mittleren Schneidezähnen in 10 % der Fälle Ramifikationen; die Lokalisation des Foramen apicale lag zu 65 % an der Wurzelspitze und zu 35 % an der Seitenwand der Wurzel. Bei den oberen seitlichen Schneidezähnen stellte er entsprechende Ramifikationen bei einem Viertel fest. Das Foramen apicale befand sich hier zu 55 % an der Wurzelspitze und zu 45 % an der Seitenwand. Der Zentralkanal teilte sich während der letzten 2 mm vor dem Foramen apicale in meist zwei, höchstens drei Äste auf.

HERMANN (10) stellte ferner fest, daß Markkanäle, die in etwa 30 bis 40 % der Fälle existieren, hauptsächlich im mittleren Wurzeldrittel lokalisiert sind. Die stehen zum Hauptkanal in rechtem oder spitzem Winkel und münden an der Wurzeloberfläche. Auch Gabelungen von Kanälen wurden beobachtet.

BÜHLEN (1) untersuchte Querschnitte von Wurzelkanalwänden mittlerer und seitlicher Schneidezähne. Bei 60 % der Zähne stellte er im Wurzelspitzenbereich einen runden Querschnitt fest.

Bei etwa einem Viertel hatte der untersuchte Querschnitt eine ovale Form. Die topographischen Verhältnisse der Wurzelkanalwände der unteren Prämolaren wurden u.a. von TZOUMARIS (31) dargestellt.

In 50 % der Fälle fanden sich zwei bis drei zueinander mehr oder weniger parallel verlaufende Kanäle mit eigenen Foramina. Zwischen diesen Kanälen existierten nicht selten Querverbindungen. Markkanäle fanden sich am häufigsten im mittleren Drittel der Wurzellänge.

FROMME, RIEDEL und VAHL (5) verglichen den mikromorphologischen Aufbau der Wurzelkanalwand lichtmikroskopisch und mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops. Beachtet wurden dabei besonders die Oberfläche des Kanalwanddentins und die Dentinbruchflächen.

KOENIGS, BRILLIANT und FOREMAN (13) beobachteten unter dem REM (Rasterelektronenmikroskop) die Regio bifurcatio und stellten dabei fest, daß die dort lokalisierten Foraminae accessoriae einen Größendurchmesser zwischen 4 und 250 μm aufwiesen. Häufiger waren sie im Oberkiefer zu beobachten, wo auch deren Querschnitt größer war.

EIFINGER (3) beobachtete unter dem REM den Inhalt des Wurzelkanals und unterteilte Fasern (kollagene Fasern und Grundsubstanz), Zellen (Fibrozyten, freie Zellen und Odontoblasten mit Ausläufern), Gefäßsysteme (Pulpaarterien und -venen sowie Lymphgefäße) und Nervenfasern.

1971 haben FROMME, GUTZEIT und RIEDEL (6) mittels rasterelektromikroskopischer Untersuchungen die Wirkungsweise verschiedener Kanalaufbereitungsinstrumente untersucht. Dabei stellten sie fest, daß KERR-Räumer für enge und leicht gekrümmte Kanäle gut geeignet sind. Man kann mit ihnen eine gute Einebnung des Wurzelwandreliiefs und eine optimale Wurzelwandglättung erreichen. HEDSTRÖM-Feilen eignen sich dagegen für weitlumige und gerade Kanäle. Sie sind an der Wurzelkanalwand sehr wirksam und tragen das Dentin gut ab. Eine Glättung der Kanalwände gelingt allerdings dabei nicht, denn es treten beim Bearbeiten starke Furchen und Zerklüftungen auf. Ebenfalls Rattenschwanzfeilen eignen sich für die Bearbeitung weitlumiger und gerader

Kanäle. Durch sie wird ebenfalls ausgiebig Dentin abgeraspelt. Die Wurzelkanalwände sind aber nach der Bearbeitung gut geglättet.

1975 führten MIZRAKI und TUCHER (21) elektronenmikroskopische Untersuchungen über die Effektivität verschiedener Wurzelkanalinstrumente durch, u.a. auch von KERR-Räumern und HEDSTRÖM-Feilen. Als Kriterien dienten der Umfang der Gewebsrestentfernung, die Glättung der Kanalwände, die Form des Querschnitts und die Bakterienentfernung. Beobachtet wurden drei Regionen des Wurzelkanals, der apikale, der mittlere und der zervikale Bereich. Nach Bearbeitung mit KERR-Räumern waren überall Gewebsreste festzustellen, Dentinspäne sammelten sich gelegentlich am Apex.

Verschiedentlich wurden Zellen an der Oberfläche des Wurzelkanals gefunden. HEDSTRÖM-Feilen hinterließen eine relativ saubere Kanalwand, obwohl sich auch hier im apikalen Drittel Dentinspäne sammelten. Die besten Ergebnisse wurden bei kombinierter Anwendung von KERR-Räumern und HEDSTRÖM-Feilen beobachtet. Weiterhin wurde festgestellt, daß keine der angewandten Bearbeitungsmethoden eine vollständige Entfernung von Gewebsresten an der Kanalwand ergab. Eine Hälfte der Kanalwand war meist besser bearbeitet als die andere.

MOODNIK (22) beobachtete 1976 unter dem Rasterelektronenmikroskop die Wurzelkanalwände von 25 frisch extrahierten Zähnen nach der Aufbereitung. Sowohl HEDSTRÖM-Feilen als auch KERR-Räumer hatten in etwa die gleiche Wirkung erzielt. Die Wände wiesen nach der Bearbeitung noch zahlreiche Unregelmäßigkeiten auf. Zahlreiche Stellen an der Kanalwand waren von den bearbeitenden Instrumenten nicht erreicht worden. Insgesamt waren die Bearbeitungsergebnisse am Apex, in der Mitte oder zervikal gleich gut. An den Stellen, die vom Instrument berührt worden waren, zeigte sich eine Schicht, die die Dentinkanälcheneingänge bedeckte und Instrumentenspuren aufwies, die sog. "layer of sludge". Gelegentlich war diese Schicht abgekratzt oder herausgespält worden, und offene Dentinkanälcheneingänge waren wieder zu sehen.

Die Beschaffenheit des Kanalwanddentins nach manueller Aufbereitung mit HEDSTRÖM-Feilen und Rattenschwanzfeilen haben auch KOTHE und JOHANSEN (15) 1973 im Rasterelektronenmikroskop beobachtet. Eine glattere Wandoberfläche wurde nach Bearbeitung mit Rattenschwanzfeilen registriert, nach HEDSTRÖM-Feilen wurden raue Flächen festgestellt. An den berührten Stellen zeigten sich offene Dentinkanälcheneingänge. Die Glätte der Wurzelkanalwand ist nach Ansicht der Autoren die Voraussetzung für einen dichten Verschluss des Wurzelkanals durch Wurzelfüllmaterialien.

MCCOMB und SMITH (17) haben 1975 die Wirkung verschiedener Instrumente, u.a. auch KERR-Räumer und HEDSTRÖM-Feilen, in vitro untersucht. Auch die Wirkung der Spülungen mit verschiedenen Spülmitteln wurden registriert. Bei allen angewandten Methoden zeigten sich Gewebsreste, aber auch eine Bedeckung der Dentinkanälcheneingänge. Von den verwandten Spülflüssigkeiten erreichten annähernd alle gleich gute Ergebnisse, da die Deckschicht auf den Dentinkanälcheneingängen nur locker an der Wurzelwand haftet und durch Spülung leicht entfernbar ist. Eine Kombination von KERR-Räumern und KERR-Feilen zeigte bessere Ergebnisse als die alleinige Anwendung der beiden Instrumente. Es wurde weiter festgestellt, daß nach 24-stündiger Einwirkung von EDTA-Lösung auf die Wurzelkanalwand und nach mechanischer Bearbeitung keine Gewebsreste mehr anhafteten und die Dentinkanälcheneingänge offen waren. Dieser Befund wurde als optimal bezeichnet. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen die beiden Autoren nach der Behandlung von vitalen und marktoten Zähnen mittels KERR-Räumern und KERR-Feilen und früher verwendeten Spülmitteln in vivo.

1961 zeigte TSCHAMER (30), daß KERR-Räumer besonders gut zur Aufbereitung von engen und gekrümmten Kanälen geeignet sind. Bei der Aufbereitung über Instrumentengröße Nr. 6 hinaus zeigten sich glatte Kanalwände und frei einmündende Dentinkanälchen. Im apikalen Bereich fand er Gewebsreste und Dentsplitters, die in die Seitenkanälchen eingepresst waren. Günstiger wirkte sich hier die Bearbeitung mit Rattenschwanz-

feilen aus, obgleich auch nach Anwendung dieses Instrumentes Detritus- und Gewebsreste gefunden wurden.

Mit HEDSTRÖM-Feilen waren reinigende und erweiternde Effekte befriedigend. Die Wände waren frei von Auflagerungen, sie waren glatt und eben im Querschnitt und erschienen wie ausgestanzt. Die Dentingänge mündeten frei in den Kanal. Stärkere Unregelmäßigkeiten im Wandrelief zeigten sich jedoch nicht ausgleichbar.

WILLMER (32) untersuchte die Wirkung von KERR-Räumern, Rattenschwanzfeilen und HEDSTRÖM-Feilen auf das Wurzelkanalwanddentin gangränöser Zähne. Nach Bearbeitung mit KERR-Räumern ergab sich eine kontinuierliche glatte Oberfläche und eine relativ gute Erschließung der Dentinkanälchen, während HEDSTRÖM-Feilen und Rattenschwanzfeilen während des Aufbereitungsvorgangs neue Retentionsnischen erzeugten und die Dentinkanälchen größtenteils nicht eröffnet wurden. Die Wandglättung blieb gering.

GUTIERREZ und GARCIA (7) haben bei ihren Untersuchungen über die Wandbeschaffenheit der unteren Incisivi nach Bearbeitung mit KERR-Räumern allein und nach Kombination von KERR-Räumern und HEDSTRÖM-Feilen keine wesentlichen Unterschiede festgestellt. Zähne mit offener und geschlossener Gangrän wurden sowohl in vivo als auch in vitro mit Hilfe von Wurzelkanalerweiterern und Rattenschwanzfeilen von MELKOVA, SMUTNA und ODEHNAL (19) behandelt und unter dem Rasterelektromikroskop beobachtet. Es zeigten sich gleiche Resultate hinsichtlich geschlossener und offener Gangrän, ebenso zwischen den in vivo und in vitro behandelten Zähnen. Es wurde dabei jedoch festgestellt, daß die mechanische Bearbeitung des infizierten Wurzelkanals ein sehr wirkungsvolles Mittel zur Verringerung der Mikroorganismen ist. Die Bearbeitungsinstrumente hinterließen Spuren in Form von parallel verlaufenden Furchen an der Wurzelkanalwand. Einzelne Dentinkanälchen wurden infolge des mechanischen Eingriffs eröffnet. FISCHER (4) untersuchte Zähne, die sorgfältig aufbereitet und abgefüllt worden waren und deren Röntgenkontrolle eine ord-

nungsgemäße Wurzelfüllung vermuten ließ. Nach der Extraktion fand er bei diesen Zähnen von den Instrumenten unberührt verbliebene Abschnitte der Wurzelkanalwand und Ansammlungen von Feilspänen.

SCHILDER (29) beschrieb Anfang der 70er Jahre eine genaue Methode der Bearbeitung des Wurzelkanals. Dabei stellte er fest, daß im apikalen Bereich eines Wurzelkanals um so mehr mit Feilen gearbeitet werden muß, je enger und gekrümmter dieser ist. Je weiter und gerader der Wurzelkanal ist, desto mehr empfiehlt sich die Aufbereitung mit KERR-Räumern.

KRÖNCKE (16) weist darauf hin, daß durch Räumern und Feilen die Dentinkanälcheneingänge verquetscht und mit Dentinsplittern teilweise verlegt oder eingeengt werden können. Die Kanalwandaufbereitung erfolgt im apikalen Bereich nur mit Räumern, während sie koronalwärts zusätzlich mit Feilen durchgeführt wird. Die Aufbereitung beginnt mit der Instrumentengröße, bei der man beim Eindringen bis zur gewünschten Tiefe erstmals einen Wandkontakt erhält.

NICHOLLS (24) prüfte die Effektivität von Räumern und Feilen bei der Bearbeitung des Wurzelkanals an Hand von 148 offenen oder bakteriell besiedelten Zähnen. Nach der Behandlung konnte nurnoch bei sechs der 148 Zähne die Anwesenheit von Bakterien nachgewiesen werden.

Mit den physikalischen und mechanischen Eigenschaften von KERR-Räumern und HEDSTRÖM-Feilen befaßten sich in den 60er Jahren CRAIG und PEYTON (2). Sie stellten fest, daß es keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Materialeigenschaften der beiden Instrumententypen gibt.

III. MATERIAL UND METHODE

a) Material

Die Untersuchungen wurden an 70 frisch extrahierten Zähnen durchgeführt. Außer Weisheitszähnen wurden sowohl Molaren als auch Prämolaren, Eckzähne und Frontzähne behandelt.

Die Zähne entstammen der kieferchirurgischen Abteilung der Universitätsklinik Erlangen/Nürnberg von Patienten aller Altersgruppen und beiderlei Geschlechts.

Es handelt sich ausschließlich um Zähne, die zum Zeitpunkt der Extraktion eine positive Vitalitätsprobe und röntgenologisch keine apikalen Veränderungen aufwiesen. Außerdem war bei allen behandelten Zähnen das Wurzelwachstum bereits abgeschlossen.

Die Extraktionsursache war neben meist weitreichenden kariösen Defekten in parodontalen Schädigungen des Gebisses oder in kieferorthopädischen Gründen zu suchen.

Die Aufbereitung und Wandbearbeitung der Wurzelkanäle geschah mit Instrumenten der Firma Micro Mega.

Im einzelnen handelte es sich um:

- 1) Exstirpationsnadeln
- 2) KERR-Räumer
- 3) HEDSTRÖM-Feilen
- 4) Rattenschwanzfeilen

Die Exstirpationsnadeln umfaßten die Größen 15 - 60 (ISO) mit einer Länge von 21 und 29 mm. Sie waren mit einem geriffelten Spiralgriff versehen.

An KERR-Räumern und HEDSTRÖM-Feilen kamen die Größen 8 - 140 (ISO) zur Anwendung, an Rattenschwanzfeilen die Größen 15 - 60 (ISO) mit Längen von 21, 25 und 29 mm.

ISO	(8)	(10)	(15)	(20)	(25)	(30)	(35)	(40)	(45)	(50)	(55)	(60)	(70)	(80)	(90)	(100)	(120)	(140)
D1 mm	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20	1,40
D2 mm	0,38	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,50	1,70
D3 mm	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1	1	1,2	1,2	1,4	1,4	1,7	1,7
D4 mm	4 mm				4 mm								5 mm					



Tabelle 1

Übersicht über die Größenverhältnisse der verwendeten Wurzelbehandlungsinstrumente

b) Methode

Ein Teil der Zähne wurde unmittelbar nach der Extraktion wurzelbehandelt, alle anderen Zähne innerhalb der ersten 48 Stunden nach der Extraktion. Die Zähne, die nicht sofort aufbereitet werden konnten, wurden bis zur Bearbeitung in 0,9 %-iger Kochsalzlösung aufbewahrt.

An der Schmelz-Zement Grenze jedes Zahnes wurden die Kronen mit einer Trennscheibe von den Wurzeln getrennt. Sofern die Wurzelkanäle nicht gut oder ausreichend sondierbar waren, wurden die Kanaleingänge mit einem Rosenbohrer erweitert. Die Pulpen wurden je nach ihrer räumlichen Ausdehnung mit Exstirpationsnadeln der Größen 15 - 60 (ISO) entsprechend ihren Längen entfernt. Gelang die Exstirpation der Pulpen bereits beim ersten Mal nicht, wurden klinischen Bedingungen entsprechend noch maximal 2 Versuche unternommen. Mißlingen auch diese, wurden keine weiteren Exstirpationsversuche unternommen, sondern mit der Aufbereitung mit KERR-Räumern begonnen.

Zur Technik der Pulpaexstirpation: Unter Rechts- und Linksdrehungen um 30° in Richtung Wurzelspitze wurde vertikal vorgegangen. Traf die Exstirpationsnadel auf Widerstand, wurde sie um 90° gedreht und aus dem Wurzelkanal genommen. Die Tiefe der Aufbereitung bis zum Foramen physiologicum der Wurzeln war an den extrahierten Zähnen durch Abmessung an der Nadel leicht bestimmbar.

Die Aufbereitung wurde beim ersten Wandkontakt des KERR-Räumers am physiologischen Apex begonnen.

Bei den Eckzähnen wurde über 5 Größen hinaus, bei allen anderen Zähnen über 4 Größen nach dem ersten Wandkontakt aufbereitet (vgl. SCHANDERT (27)). Die KERR-Räumer wurden mit dem Gefühl für den natürlichen Weg wie eine Schraube in den Kanal eingeführt. Dadurch konnte eine Verschiebung von Spänen und Gewebsresten in apikaler Richtung vermieden werden. Es wurde besonders sorgfältig darauf geachtet, daß mit den KERR-Räumern jeweils eine Drittel-Umdrehung im Uhrzeigersinn erfolgte und das Instrument anschließend mit H_2O_2 gründlich

gesäubert wurde. Zwischen der Verwendung verschiedener Wurzelkanalinstrumente wurden die Kanäle mit 3 %-iger H_2O_2 -Lösung gespült.

Alle bearbeiteten Wurzelkanäle wurden stets zuerst mit den KERR-Räumern bearbeitet. Anschließend wurde ein Teil der Wurzelkanäle mit HEDSTRÖM-Feilen, der andere mit Rattenschwanzfeilen bearbeitet.

Bei der Behandlung der Wurzelkanäle mit HEDSTRÖM-Feilen kamen zwei Methoden zur Anwendung: Bei der ersten wurden jeweils abwechselnd ein KERR-Räumer und danach die HEDSTRÖM-Feile in derselben Größe angewendet. Die Bearbeitung endete dabei mit einer HEDSTRÖM-Feile, die eine Nummer größer war als der zuletzt angewandte KERR-Räumer.

Bei der anderen Methode wurde der Wurzelkanal zuerst mit KERR-Räumern in allen Größen bearbeitet und anschließend mit HEDSTRÖM-Feilen ausgeschabt, angefangen mit der Größe der HEDSTRÖM-Feile, die der vorletzten Größe des KERR-Räumers entsprach, bis zur Anwendung der HEDSTRÖM-Feile, die eine Nummer größer als der letzte KERR-Räumer war.

Bei den Wurzelkanälen, die mit Rattenschwanzfeilen und KERR-Räumern aufbereitet wurden, kam nur die zuerst erwähnte Methode zur Anwendung.

Nach der Aufbereitung wurden die Wurzeln axial aufgeschnitten und durch Aufsprengen halbiert. Die Präparate wurden 48 h lang in 10 %-iger Formalinlösung fixiert, danach 3 h lang in 100 %-igem Alkohol und 3 h in Äther entwässert und anschließend im Exsikkator über P_2O_5 getrocknet.

Die getrockneten Hälften der Wurzelkanäle wurden auf Objektträger aufgebracht und mit Gold bedampft. Danach wurden sie mit dem Rasterelektronenmikroskop MINI SEM MSM-5 (Firma AKASHI) untersucht, wobei zur Beurteilung drei Regionen des Wurzelkanals herangezogen wurden, nämlich der Apex, die Mitte und der Eingang des Wurzelkanals.

IV. ERGEBNISSE

Die Ergebnisse wurden im folgenden nach der Reihe der Arbeitsgänge und den Kombinationen der einzelnen Instrumente aufgeführt. Das dazugehörige Bildmaterial wird im Anhang dargestellt.

a) Experimentelle Exstirpation

Nach der axialen Spaltung des Wurzelkanals ließ sich normalerweise das gesamte Pulpaorgan gut und gründlich entfernen. Danach wurden die anatomischen Verhältnisse der Wurzelkanaloberfläche dargestellt. Dabei stellte sich die Wurzelkanalwand sehr ungleichartig dar (Abb. 2, 3 und 6). Am häufigsten zeigten sich unebene Konfigurationen der Dentinwand wie Buchten, Retentionsnischen, Verzweigungen, Gabelungen usw. (Abb. 3 und 7). Dentinkanälcheneingänge fanden sich unregelmäßig verteilt und hatten unterschiedlichen Durchmesser (Abb. 6 und 8). Einige von ihnen hatten wulstartige Eingänge, durch die die Unebenheit der Kanalwandoberfläche noch stärker geprägt wurde (Abb. 5). Auch Vertiefungen größeren Durchmessers, an deren Boden mehrere Dentinkanälchen begannen, wurden beobachtet (Abb. 6 und 7). Insgesamt gesehen zeigte sich, daß Dentinkanälchen zwar unter verschiedenen Winkeln in das Dentin abgingen (Abb. 2), am häufigsten aber mit dem Wurzelkanal einen rechten Winkel bildeten. Sie waren an den beobachteten Präparaten meistens leer (Abb. 7), vereinzelt fanden sich aber Odontoblasten und wahrscheinlich auch Nervenfasern in den Kanälen (Abb. 3 und 9). Bei mehreren Präparaten wiesen größere Kanalwandstrecken mehrschichtige netzartige, wabenförmige Strukturen des Prädentins auf (Abb. 4 und 8). Eine glatte, ebene Oberfläche zeigte sich sehr selten (Abb. 7).

b) Exstirpation

Bei der klinischen Exstirpation war der Erfolg von verschiedenen Faktoren abhängig. Im apikalen Drittel verblieben gele-

gentlich Gewebsreste, weil es zu Gewebsabreißungen oberhalb des Foramen physiologicum, zum Teil bedingt durch Verankerungen der Pulpa in Seitenkanälchen oder Gabelungen, kam (Abb. 10 und 11). Bei engen Kanälen oder zu großen Exstirpationsnadeln kam es zur apikalen Einstanzung von Pulpateilen. Besonders bei jugendlichen Zähnen führte eine Verankerung der Pulpa im koronalen Bereich in den breiten Dentinkanälen, Nischen, Buchten oder auf den Auflagerungen der Hartsubstanzen bei der Exstirpation zu unvollständigen Abreißungen. Auch der Zustand der Pulpa selbst spielte eine wesentliche Rolle. Je stärker sie zerstört war, desto unvollkommener war das Exstirpationsergebnis. Nur bei genauer Fixierung der Pulpa an der gezahnten Nadel gelang die sofortige Entfernung des gesamten Gewebes (Abb. 13). Waren mehrere Versuche nötig, kam es zur Zerstörung der Pulpa und dadurch zum Verbleiben von Resten an der Wurzelkanalwand. So war das Bild der Wurzelkanalwand nach der Vitalexstirpation von den oben genannten Umständen abhängig. In allen Bereichen der Kanalwand waren Pulparesten zu sehen. Hauptsächlich handelte es sich dabei um kollagene Fasern, die in der Grundsubstanz der Pulpa mit Gefäßen, Nervenfasern und verschiedenen Zellen gemischt sind. Die Fasern verliefen teilweise parallel um die Gefäße und Nerven und vereinigten sich zu Bündeln. Die anatomischen Strukturen, von denen Ausläufer ausgingen, konnten als Reste des Synzytiums aus Fibrozyten angesehen werden (Abb. 10). Diese Strukturen wurden zusammen mit relativ viel Gewebsresten im apikalen Bereich gefunden. In der Mitte des Wurzelkanals wurden in zunehmender Zahl Gefäße mit eingewanderten freien Zellen und Fasern gefunden (Abb. 12). Im Bereich des Wurzelkanaleingangs fanden sich außer Gewebsresten nur gelegentlich Strukturen, die vermutlich Odontoblasten darstellten. Die meisten Dentinkanälchen waren leer, doch zeigten sich gelegentlich protoplasmatische Ausläufer und feine Fasern, die möglicherweise zu den marklosen Nervenfasern zu rechnen waren (Abb. 9). Diese Faserenden waren gelegentlich mit dem Prädentin fest verhaftet.

c) Bearbeitung mit dem KERR-Räumer

Die Wurzelkanalwand wurde mit KERR-Räumern in aufsteigenden Größen bearbeitet und, nachdem man vier oder fünf Größen über den ersten Wandkontakt hinaus bis zum physiologischen Apex aufbereitet hatte, betrachtet und beurteilt. Es wurde immer mit spürbarem Wandkontakt gearbeitet und die nächst größere Instrumentenstärke erst dann verwendet, wenn die vorhergehende einen gewissen Spielraum im Kanal besaß.

Dadurch wurden Stufenbildungen, Brüche oder Verklemmungen des Instruments sowie Schaffung einer via falsa verhindert. Mit Geduld und Gefühl und ohne Druckanwendung war es möglich auch enge und gekrümmte Kanäle aufzubereiten.

Im apikalen Bereich wurde die Wand gründlich und gleichmäßig bearbeitet, d.h. die Wurzelkanaleingänge waren nach der Bearbeitung durch eine Schicht, deren Anwesenheit eine wichtige Rolle bei der Wurzelbehandlung an sich spielt, bedeckt (Abb. 14). Diese Schicht bestand in der Hauptsache aus abgeschabtem Prädentin, teilweise aber auch aus Gewebsresten und anorganischem Material. Sie haftete der Wand fest an und dichtete die Dentinkanälcheneingänge ab. Ohne die Anwesenheit dieser Schicht wäre ein Eindringen von Feuchtigkeit aus den Dentinkanälchen in den Wurzelkanal unvermeidbar gewesen. Dies ist insofern wichtig, als nur eine glatte, saubere und vor allem trockene Oberfläche die Voraussetzung für den dichten Abschluß eines später in den Wurzelkanal gebrachten Füllmaterials ist. Getrocknet wird die Oberflächenschicht mittels Papierspitzen, was notwendig ist, da Gewebsreste meist Feuchtigkeit ansaugen und der Wurzelkanal ohnehin fast nach jeder benutzten Instrumentengröße gespült wird.

Die bedeckende Schicht wies meist parallel und kreisförmig verlaufende Spuren auf (Abb. 14 bis 18). Bei stärkerer Vergrößerung zeigten diese Spuren dachziegelförmige Strukturen, die sich im gleichen Bereich gegenseitig kreuzten (Abb. 16, 17 und 18). Nach der Bearbeitung zeigte die Kanalwand eine saubere Beschaffenheit ohne anhaftende Gewebsreste, Dentinspäne oder Auflagerungen. Unbearbeitete Stellen kamen sehr

selten vor. Die Häufigkeit, mit der sie auftraten, war einerseits von den anatomischen Verhältnissen wie Ramifikationen oder Seitenkanälchen im apikalen Bereich und andererseits von der Instrumentenstärke, mit der man die Aufbereitung beendet hatte, abhängig. Nur bei sehr unregelmäßig geformten Foramina war die Aufbereitung ungenügend, und die Dentinsplitter und Gewebsreste waren zurückgeblieben oder in abgehende Seitenkanälchen eingepreßt (Abb. 15).

In der Mitte des Wurzelkanals zeigten sich horizontale Spuren (Abb. 19, 20 und 21). Sie waren weniger gleichmäßig bzw. parallel als im apikalen Bereich (Abb. 19). Sie zeigten sich an der bedeckenden Schicht nicht mehr sehr deutlich, was bedeutet, daß die Oberfläche dieser Schicht an Glätte gewann (Abb. 20 und 21). An verschiedenen Stellen fand sich Bohrstaub (Abb. 20 und 21).

Unbearbeitete Stellen hatten auch hier ihre Ursache hauptsächlich in den anatomischen Verhältnissen des Wurzelkanals, denen die Instrumentenform nicht angepaßt war. Nischen, Lakunen, Buchten usw. wurden vom Instrument nicht berührt, wenn sie genügend tief und breit waren und ähnelten dem Zustand unmittelbar nach der Exstirpation (Abb. 25 bis 28). Waren die anatomisch ungünstigen Areale kleiner und relativ flach, wurden sie teilweise bearbeitet und vom abgetragenen Material teilweise oder ganz bedeckt. Die Schicht hatte aber nur geringe Haftung und wurde während der Spülung des Wurzelkanals leicht von der Wand abgespült. Die Folge davon war, daß manche Wandareale, die nicht bedeckt wurden, sehr sauber, andere verschmiert und mit Gewebsresten bedeckt zu finden waren (vergl. Abb. 42 bei HF). Unbearbeitete Stellen hatten offene Dentinkanälcheneingänge (Abb. 25, 27 und 28). Am Wurzelkanaleingang entstanden horizontale, ungleichmäßige Spuren an der Beschichtung (Abb. 32 und 35). Die Schichtoberfläche war hier glatter als in der Kanalmitte, d.h. die Spuren verloren ihre dachförmige Struktur (Abb. 32 und 35). Unbearbeitete Stellen traten hingegen häufiger auf (Abb. 34 und 36). Auch die Verschmierung der Schichtoberfläche und nicht bedeckte, unbearbeitete Stellen nahmen zu (Abb. 34 und 36).

d) Bearbeitung mit KERR-Räumern und anschließend mit
HEDSTRÖM-Feilen

Während es die Aufgabe des KERR-Räumers bei allen verwendeten Methoden war, hauptsächlich den apikalen Bereich bis ca. 3 mm vor dem physiologischen Apex zu bearbeiten, kamen den HEDSTRÖM- und Rattenschwanzfeilen die Verbesserung der Formgestaltung und Wandglätte von Mitte und Eingang des Kanals zu. Die Wand des apikalen Bereichs sah gleichmäßig und glatt bearbeitet aus, d.h. regelmäßig von einer Schicht bedeckt, an der typische Spuren des KERR-Räumers zu sehen waren. Der Querschnitt war nahezu rund, die Dentinkanälcheneingänge zeigten sich bedeckt. Die Bearbeitung mit HEDSTRÖM-Feilen, die erst nach vollständiger Aufbereitung mit den KERR-Räumern zur Anwendung kamen, zeigte einen indirekten Einfluß auf den apikalen Bereich. Das mit HEDSTRÖM-Feilen von der Wurzelkanalwand abgetragene Material wurde von der Mitte und dem Eingang des Kanals durch die Stoßbewegung des Instruments teilweise in apikale Richtung vorgeschoben (Abb. 37).

In ca. 5/6 der Fälle kam es am Apex zur totalen Verstopfung (Abb. 38). Bei der Aufbereitung zeigte es sich als wichtig, daß das Instrument leicht rotierend eingeführt wurde und das abgetragene Material gründlich abtransportiert wurde, was nur dadurch möglich war, daß die Hohlfissuren des Instruments nach jedem Arbeitsgang gründlich gesäubert wurden.

In der Mitte des Wurzelkanals zeigte sich die Schicht glatt und eben, nur selten waren vertikale Spuren zu sehen (Abb. 39). Die glatte, ebene und fast spurlose Deckschicht war aber relativ stark verschmiert (Abb. 40). Einzelne Dentinkanälcheneingänge waren sichtbar. Im Querschnitt sah der Wurzelkanal wie ausgestanzt aus. Stärkere, nicht ausgleichbare Unregelmäßigkeiten kamen auch hier vor (Abb. 42, 43 und 44). Sie rührten von unbearbeiteten Buchten mit offenen Dentinkanälen, gelegentlich auch Gewebsresten und teilweisen Verschmierungen her (Abb. 43 und 44).

Am Wurzelkanaleingang war die Oberfläche der Deckschicht glatt (Abb. 45). Die Unebenheiten der Oberfläche nahmen im

Vergleich zur Kanalmitte zu, was auf ein Mißverhältnis zwischen dem Durchmesser des Wurzelkanals und dem Instrumentendurchmesser zurückzuführen ist (Abb. 45). Man sah stärkere Verschmierungen (Abb. 46) und eine größere Zahl offener Dentinkanälchen. Vertikale Spuren traten selten auf (Abb. 45 und 47).

e) Abwechselnde Bearbeitung mit KERR-Räumern und HEDSTRÖM-Feilen zunehmender Größe

Bei dieser Methode wurden KERR-Räumer und HEDSTRÖM-Feilen abwechselnd benutzt. Die nächste Größe eines KERR-Räumers wurde erst dann benutzt, wenn der Wurzelkanal von der gleichen Größe der HEDSTRÖM-Feile bearbeitet worden war und beide Instrumente einen gewissen Spielraum im Kanal besaßen.

Im apikalen Bereich unterschied sich die Wandbeschaffenheit des Wurzelkanals, nachdem sie hauptsächlich vom KERR-Räumer bearbeitet worden war, nicht wesentlich von den vorher beschriebenen. Die Wand war regelmäßig von einer Schicht bedeckt, Dentinkanälcheneingänge waren kaum zu sehen, horizontale Spuren dagegen sehr deutlich (Abb. 48 und 50). Der Unterschied zur vorher benutzten Methode zeigte sich darin, daß die Schichtverschmierung deutlich geringer war. Dies ist damit zu erklären, daß das mit der HEDSTRÖM-Feile von der Kanalwand abgetragene Material entweder durch Stoßbewegung in Richtung Apex geschoben wurde oder mit Hilfe des KERR-Räumers der nächsten Größe entfernt worden war. Unbearbeitet blieben größere Unregelmäßigkeiten wie Buchten, Bifurkationen, Nischen usw.

In der Kanalmitte blieben nur sehr wenige Stellen unbearbeitet (Abb. 53 und 54). Die Methode erwies sich also als sehr effektiv. Traten unbearbeitete Stellen auf, waren sie kaum verschmiert und besaßen offene Dentinkanälcheneingänge. An der Oberflächenschicht waren nach dem Bearbeiten mit dem KERR-Räumer horizontale, nach Bearbeitung mit der HEDSTRÖM-Feile vertikale Spuren deutlich zu erkennen (Abb. 51 und 52). Eine glatte spurlose Oberfläche war selten zu sehen.

Im Eingangsbereich traten unbearbeitete Stellen mit offenen Dentinkanälcheneingängen zwar insgesamt selten, aber häufiger als in der Mitte, auf (Abb. 57). Die Schicht hatte überwiegend vertikale Spuren, die Oberfläche war gleichmäßig bearbeitet, blieb aber uneben (Abb. 56 und 57). Die Oberflächenunebenheit der Beschichtung nahm um so mehr zu, je größer der Unterschied zwischen Instrument- und Kanaldurchmesser wurde.

f) Kombinierte Bearbeitung mit KERR-Räumern und Rattenschwanzfeilen

Die charakteristische Form der Rattenschwanzfeile mit ihren oberflächlichen Häckchen und die axiale Arbeitsweise des Instruments hatten typische Wirkungen auf die Wurzelkanalwand. Ähnlich wie bei der HEDSTRÖM-Feile wurde hauptsächlich der oberhalb des Apex gelegene Wurzelkanal bearbeitet. Die apikale Region wurde indirekt dadurch beeinflusst, daß der Wurzelkanal für die entsprechende Größe der Rattenschwanzfeile nicht völlig durchgängig gemacht war oder das Instrument mit zu starkem Druck in den Kanal eingeführt wurde. Abgeschabte Oberflächenpartikel wurden in Richtung Apex geschoben, was besonders dann der Fall war, wenn die Zwischenräume der Häckchen nicht regelmäßig von Detritus und Dentinspänen gesäubert waren. Daraus resultierte auch eine Verschmierung der Schichtoberfläche oder die Bildung einer unüberwindbaren Barriere (Abb. 58).

In der Kanalmitte wies die Rattenschwanzfeile abhängig von engen oder weiten Kanälen unterschiedliche Wirkungen auf. In engeren Kanälen, in denen die Instrumentengröße dem Kanaldurchmesser gut angepaßt war, zeigte sich die Schichtoberfläche glatt und wies keine deutlichen Spuren auf. Die Eingänge der Dentinkanälchen waren gut bedeckt. Oberflächenverschmierungen waren sehr gering (Abb. 60). In breiteren Kanälen traten tiefe vertikale Rinnen auf, da die größte Rattenschwanzfeile kleiner als der Wurzelkanaldurchmesser war (Abb. 59). Die treppenförmigen Abstufungen der Kanalwände waren also durch die Gestalt des Instruments verursacht.

Jede Stufe entsprach der Wirkung eines Häckchens bei der Entfernung der Feile. Der Abstand der Instrumenteneinritzungen entsprach dem Abstand der Häckchen untereinander. Darüber hinausgehende größere Stufen stammten von der Wirkung des gesamten Instruments. Die Stufen selbst besaßen keine dachförmige Konstruktion. Die Kanalwand wies eine vielbuchtige Form auf. Sie war sauber und frei von Auflagerungen. Unbearbeitete Stellen waren selten. Je breiter der Kanal war, desto mehr Dentinkanälcheneingänge blieben offen. Mit der Breite des Wurzelkanals stieg auch dessen Oberflächenverschmierung (Abb. 61 und 62).

Am Kanaleingang zeigte sich die Situation ähnlich wie in der Mitte der breiteren Kanäle (Abb. 63 und 64).

V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE UND KRITISCHE BEWERTUNG

FÜR DIE PRAXIS

Die vorliegenden Untersuchungen hatten zum Ziel, die Wirkung von KERR-Räumern, HEDSTRÖM-Feilen und Rattenschwanzfeilen auf die Wurzelwand zu veranschaulichen.

Die alleinige Bearbeitung der Wurzelwand mit dem KERR-Räumer hat gezeigt, daß das Instrument durch seine Gestalt und Arbeitsweise eine optimale Auswirkung auf die periapikale Region ausübt. Die Substanz der Kanalwand wird durch die scharfen Kanten des Instruments abgetragen und in den Fissuren des Instruments abtransportiert. Aus dem nicht entfernten, abgeriebenen Material wird durch das Anpressen des Instruments an die Kanalwand während einer viertel bis halben Umdrehung eine Schicht gebildet, die wandständig ist und teilweise in die Dentinkanälchen eingepreßt wird. Dadurch entsteht eine Sperrschicht zwischen der Feuchtigkeit in den Dentinkanälchen und dem Wurzelfüllmaterial. Auch nach gründlichem Asuwaschen und Trocknen des aufbereiteten Kanals und nach vorsichtigem Einrotieren des Wurzelfüllmaterials bleibt abgetragenes Dentin an den Wurzelkanalwänden haften, ohne sie in Richtung Apex zu schieben.

Die Ergebnisse zeigen weiterhin, daß man den Wurzelkanal im apikalen Gebiet mittels vier Instrumentengrößen von KERR-Räumern über den ersten Wandkontakt hinaus gut aufbereiten kann, wie das SCHANDERT (27) aufgrund andersartiger Untersuchungen forderte. Auch nur nahezu runde und sogar ovale Kanäle können bei dieser Bearbeitungsmethode auf ihrer gesamten Oberfläche gründlich bearbeitet werden. Schwierige und ungünstige anatomische Verhältnisse wie Gabelungen, Bifurkationen, Buchten usw. werden jedoch selbst mit Hilfe starker Instrumente nicht immer ausreichend erfaßt, wie auch diese Untersuchungen ergänzend zu SCHANDERT darlegen.

Im apikalen Bereich werden nach der Bearbeitung mit KERR-Räumern fast alle Dentinkanälcheneingänge durch eine Schicht von Gewebe- und Dentinresten an der Wurzelkanalwandoberfläche

gründlich bedeckt. Es zeigen sich deutliche horizontale Spuren von dachziegelförmiger Konstruktion. Die Oberfläche bleibt im Querschnitt nahezu rund. Unbearbeitete Stellen entstehen nur bei größeren Unebenheiten.

Mitte und Eingang des Wurzelkanals werden vom KERR-Räumer unzureichend bearbeitet. Es finden sich zahlreiche Wandabschnitte, die nicht erfaßt und von der bedeckenden Schicht abgetragenen Dentins überzogen sind. Unebenheiten können mit KERR-Räumern nicht ausgeglichen werden. Abgetragenes, aber nicht abtransportiertes Material bedeckt stellenweise die Oberfläche der Wurzelkanalwand. Große Unebenheiten, wie sie sich vornehmlich in der mittleren und koronalen Abschnitten finden, werden von der instrumentellen Bearbeitung überhaupt nicht erfaßt. Auch Gewebsreste verbleiben teilweise im Wurzelkanal. Die bedeckende Schicht wird gelegentlich so dünn, daß sie sich während der Spülung von der Kanalwand ablöst und weggespült wird.

In solchen Situationen ist es nötig, zusätzlich mit Feilen zu arbeiten. Durch sie werden die bereits mit Räumern bearbeiteten Bereiche geebnet, geglättet und gesäubert und die vom KERR-Räumer noch nicht berührten Flächen neu bearbeitet. Ist der Wurzelkanal schon mit allen Stärken der KERR-Räumer bearbeitet worden, so führt die abschließende Bearbeitung mit HEDSTRÖM-Feilen auch in der Mitte und am Eingang des Wurzelkanals zu guten Ergebnissen an der Wurzelkanaloberfläche. Die Dentinkanälcheneingänge werden dabei verschlossen, unbearbeitete Stellen treten selten auf, und die Oberfläche der bedeckenden Schicht ist glatt, eben und nur wenig verschmiert. Ungünstige Auswirkungen dieser Methode zeigen sich aber oft im apikalen Bereich, wo starke Verschmierungen bis zur totalen Verstopfung des Wurzelkanals mit Dentinspänen vorkommen können. Dies geschieht hauptsächlich dadurch, daß abgetragenes Dentin durch stoßende Bewegung der HEDSTRÖM-Feile in Richtung Apex vorgeschoben wird.

Bei alternierender Anwendung von KERR-Räumern und HEDSTRÖM-Feilen mit zunehmender Instrumentengröße wurden zwischenzeitlich im apikalen Bereich verbliebene Späne immer wieder

abtransportiert. Es kam nicht zu Verschmierungen oder gar Verstopfungen. Bei dieser "alternierenden Methode" zeigt die Oberfläche der bedeckenden Schicht aber im mittleren und koronalen Kanalbereich keine so glatte und ebene Oberfläche wie bei der zuvor beschriebenen Methode. Es kreuzen sich vertikale Spuren, die von der Bearbeitung mit der HEDSTRÖM-Feile herrühren und horizontale, die vom KERR-Räumer verursacht werden.

Aufgrund der optimalen Oberflächengestaltung im apikalen Bereich ist für die Praxis die Methode zu empfehlen, bei der sich HEDSTRÖM-Feile und KERR-Räumer alternierend ablösen. Bei der Bearbeitung der Wurzelkanalwand mit KERR-Räumern und Rattenschwanzfeilen müssen die Instrumentenstärken einander angepaßt werden, da die stärkste Rattenschwanzfeile (Größe 6) einer KERR-Räumer- und HEDSTRÖM-Feilengröße 60 entspricht, deren größte Stärke 140 beträgt. In Aufbereitungssituationen, bei denen der Durchmesser der Rattenschwanzfeile der des KERR-Räumers angepaßt ist, zeigen sich hinsichtlich der Oberflächenbeschaffenheit des Wurzelkanals bessere Ergebnisse als beim alternierenden Einsatz von HEDSTRÖM-Feilen und KERR-Räumern. Es entstanden kaum Spuren oder Verschmierungen. Die Oberfläche war glatt und sauber.

Die kombinierte Anwendung von Rattenschwanzfeilen und KERR-Räumern ist deshalb für die Praxis zu empfehlen. Diese Untersuchungsergebnisse entsprechen im übrigen denen von TSCHAMER (30) aus dem Jahre 1961.

Ist der Unterschied zwischen der Größe des Wurzelkanals und der Stärke des bearbeitenden Instruments relativ groß, entstehen bei der Bearbeitung Rinnen, Bahnen, unbearbeitete Stellen und Verschmutzungen. Es ist deshalb sinnvoll, den Instrumentendurchmesser möglichst gut dem Kanaldurchmesser anzupassen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

An 70 frisch extrahierten Zähnen wurde nach deren Aufbereitung mit KERR-Räumern, HEDSTRÖM-Feilen und Rattenschwanzfeilen die Oberfläche der Wurzelkanalwand unter dem Rasterelektronenmikroskop untersucht. Alle Zähne waren zum Extraktionszeitpunkt vital, und röntgenologisch lagen keine apikalen Veränderungen vor. Die bearbeiteten Wurzelkanäle wurden nach der Exstirpation der Pulpa stets zuerst mit den KERR-Räumern bearbeitet. Danach wurde ein Teil der Wurzelkanäle mit HEDSTRÖM-Feilen, der andere mit Rattenschwanzfeilen bearbeitet.

Bei der Behandlung der Wurzelkanäle mit HEDSTRÖM-Feilen wurde ein Teil abwechselnd mit KERR-Räumern und danach mit HEDSTRÖM-Feilen, ein anderer Teil zuerst mit KERR-Räumern aller Größen und anschließend mit HEDSTRÖM-Feilen, angefangen von der Größe der HEDSTRÖM-Feile, die der Größe des letzten KERR-Räumers entsprach, bis zum Gebrauch jener, die eine Nummer größer als der letzte KERR-Räumer war, ausgeschabt. Eine dritte Gruppe wurde mit KERR-Räumern und Rattenschwanzfeilen aufbereitet.

Die rasterelektronischen Beobachtungen ergaben, daß die alleinige Bearbeitung der Wurzelkanalwand mit dem KERR-Räumer im apikalen Bereich optimale Ergebnisse brachte. Mitte und Eingang des Wurzelkanals wurden dabei allerdings unzureichend bearbeitet.

Gute Ergebnisse wurden erzielt, wenn der Aufbereitung des Wurzelkanals mit allen Stärken der KERR-Räumer eine abschließende Bearbeitung mit HEDSTRÖM-Feilen folgte. Dies gilt besonders für Mitte und Eingang des Wurzelkanals. Dabei muß vermieden werden, daß abgetragene Dentinsplitter nach apikal gestopft werden.

Bei der alternierenden Anwendung von KERR-Räumern und HEDSTRÖM-Feilen kam es zwar nicht zu Verschmierungen oder Verstopfungen im Wurzelkanal, aber die Oberfläche der Wurzelkanalwände zeigte eine weniger glatte Beschaffenheit. Diese Me-

thode der Aufbereitung ist indes wegen ihrer Sauberkeit im apikalen Bereich für die Praxis zu empfehlen.

Bei der Kombination von KERR-Räumern und Rattenschwanzfeilen entstanden insgesamt gesehen kaum Spuren oder Verschmierungen an der Oberfläche der Wurzelkanalwände. Diese Aufbereitungsmethode ist ebenfalls für die Praxis empfehlenswert.

Weiterhin stellte sich heraus, daß es sinnvoll und notwendig ist, den Instrumentendurchmesser möglichst gut an den Kanaldurchmesser anzupassen, um optimale Aufbereitungsergebnisse zu erzielen.

Schrifttum

1. BÜHLEN, W.: Untersuchungen über den Querschnitt der Wurzelkanäle mittlerer und seitlicher oberer Schneidezähne
Med.Diss.Tübingen 1964
2. CRAIG, R.G. and PEYTON, F.A.: Physical properties of stainless steel endodontic files and reamers
Oral Surg. 16, 206 (1963)
3. EIFINGER, F.F.: Die Mikromorphologie der menschlichen Zahnpulpa
Carl Hanser Verlag 1970 S.29-38
4. FISCHER, C.H.: Kritik zur Aufbereitung und Abfüllung des Wurzelkanals
Dtsch.Zahn-, Mund- u. Kieferheilk. 29, 32 (1958)
5. FROMME, H.G., Riedel, H. und VAHL, J.: Beobachtungen zum Gefügebau der Zahnhartsubstanz mit Hilfe des Raster-Elektronen-Auflichtmikroskopes
Dtsch.zahnärztl.Z. 22, 395 (1967)
6. FROMME, H.G., GUTTZEIT, R. und RIEDEL, H.: Experimentelle Untersuchungen zur Frage der mechanischen und chemischen Wurzelkanalaufbereitung sowie zur Wandständigkeit von Wurzelfüllmaterialien
Dtsch.zahnärztl.Z. 25, 865 (1970)

7. GUTIERREZ, J.H. and GARCIA, J.: Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals
Oral Surg. 25, 108 (1968)
8. GUTIERREZ, J.H., GIGOUX, G. and SANHUEZA, I.: Physical and chemical deterioration of endodontic reamers during mechanical preparation
Oral Surg. 28, 394 (1969)
9. HARTY, F.J. and STOCK, C.J.R.: The Giromatic system compared with hand instrumentation in endodontics
Brit.dent.J. 137, 239 (1974)
10. HERMANN, A.: Untersuchungen über die Variabilität des Wurzelkanalsystems mittlerer und seitlicher oberer Schneidezähne
Med.Diss. Tübingen 1966
11. INGLE, J.I. and ZELDOW, B.J.: An evolution of mechanical instrumentation and the negative culture in endodontic therapy
I.Amer.dent.Ass. 57, 471 (1958)
12. JUNGSMANN, C.L., UCHIN, R.A. and BEECHER, J.F.: Effect of instrumentation of the shape of the root canal
J.Endodont. 1, 66 (1974)
13. KOENIGS, J.F., BRILLIANT, J.D. and FOREMAN, D.W.: Preliminary scanning electron microscope investigation of accessory foramina in the furcation areas of human molar teeth
Oral Surg. 38, 773 (1973)

14. KONOPELSKI, J. und
KRÖNCKE, A.: Die Wurzelkanalwand nach Bearbei-
tung mit verschiedenen Instrumenten
Dtsch.zahnärztl.Z. 34, 157-159
(1979)
15. KOTHE, J. und
JOHANSEN, H.: Rasterelektronenmikroskopische Unter-
suchungen des Wurzelkanalwanddentins
Dtsch.Zahn-, Mund- u. Kieferheilk.
61, 100 (1973)
16. KRÖNCKE, A.: Die Wurzelkanalwand nach der mecha-
nischen Aufbereitung
Dtsch.zahnärztl.Z. 30, 321 (1975)
17. McCOMB, D. and
SMITH, D.C.: A preliminary scanning electron
microscopic study of root canals
after endodontic procedure
J.Endodont. 1, 238 (1975)
18. McCOMB, D.,
SMITH, D.C. and
BEAGRIE, G.S.: The Results of in vivo Endodontic
Chemomechanical Instrumentation -
A Scanning Electron Microscopic
Study
J.brit.endodont.Soc. 9, 11 (1976)
19. MELKOVA, V.,
SMUTNA, V. and
ODEHNAL, F.: Das elektronenmikroskopische Bild
der Wand des infizierten Wurzel-
kanals
Dtsch.zahnärztl.Z. 20, 1283 (1965)
20. MEYER, W.: Die anatomischen Grundlagen der
Wurzelkanalbehandlung
Dtsch.zahnärztl.Z. 15, 777 (1960)

21. MIZRAKI, S.J. and
TUCHER, J.W.:
A scanning electron microscopic
study of the efficacy of various
endodontic instruments
J.Endodont. 1, 324 (1975)
22. MOODNIK, M.R.:
Efficacy of biochemical instrumenta-
tion: a scanning electron microscopic
study
J.Endodont. 2, 261 (1976)
23. MOLVEN, O.:
A comparison of the dentin-removing
ability of five root canal
instruments
Scand.J.dent.Res. 78, 500 (1962)
24. NICHOLLS, E.:
The efficacy of cleansing the root
canal
Brit.dent.J. 112, 167 (1962)
25. OLIET, S. and
SORIN, S.M.:
Evolution of the cutting effi-
ciency of endodontic reamers
Int.Ass.for Dent.Res., Program
and Abstract of papers, 49th
General Session, 606 (1971)
26. OLIET, S. and
SORIN, S.M.:
Cutting efficiency of endodontic
reamers
Oral Surg. 36, 243 (1973)
27. SCHANDERT, F.:
Untersuchungen über die Aufberei-
tung von Wurzelkanälen mit Kerr-
erweiterern
Med.Diss. Erlangen 1973

28. SCHILDER, H.: Filling root canals in three dimensions
Dent.Clin. North Am. 11, 723 (1967)
29. SCHILDER, H.: Cleaning and shaping of root canals
Dent.Clin. North Am. 18, 269 (1974)
30. TSCHAMER, H.: Experimentelle Untersuchungen über die Möglichkeiten, Grenzen und Probleme der mechanischen Wurzelkanalaufbereitung mit den gebräuchlichen Aufbereitungsinstrumenten unter besonderer Berücksichtigung der apikalen Verhältnisse
Zahnärztl. Welt 13, 411 (1961)
31. TZOUMARIS, J.: Untersuchungen über die Variabilität des Wurzelkanalsystems unterer Prämolaren
Med.Diss. Tübingen 1963
32. WILLMER, H.: Untersuchungen über die Wirkung instrumentell-chemischer Aufbereitungsarten auf das Wurzelkanalwanddentin
Dtsch.zahnärztl.Z. 5, 141 (1959)

Anhang: Abbildungen

Die Abbildungen 2 bis 9 gehören zu Kap. Ergebnisse a)

Die Abbildungen 10 bis 13 gehören zu Kap. Ergebnisse b)

Die Abbildungen 14 bis 36 gehören zu Kap. Ergebnisse c)

Die Abbildungen 27 bis 47 gehören zu Kap. Ergebnisse d)

Die Abbildungen 48 bis 57 gehören zu Kap. Ergebnisse e)

Die Abbildungen 58 bis 64 gehören zu Kap. Ergebnisse f)

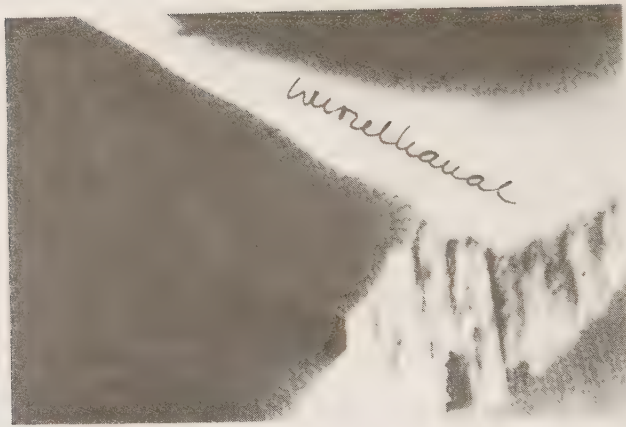


Abb.1:
Methodische Übersicht, Schliff- und Bruchstelle des Wurzelkanals im Kronenbereich (Vergr. 30:1)



Abb.2:
Formalinpräparat, experimentelle Exstirpation, entmineralisierte rauhe Oberfläche der Wurzelkanalwand mit offenen Dentinkälcheneingängen (Vergr. 2000:1)

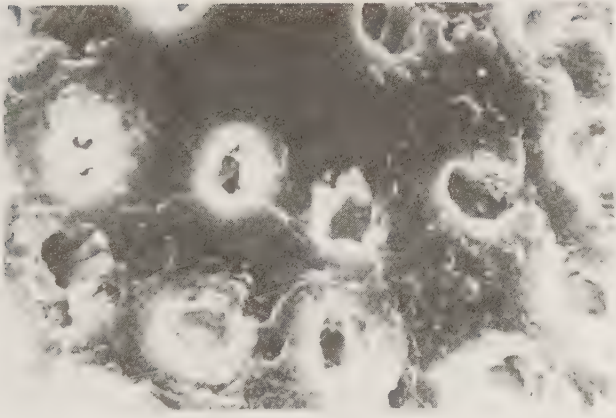


Abb.3:

Vielschichtiger Aufbau des Prädentin mit Fasern aus den Dentinkanälchen (Vergr. 5000:1)

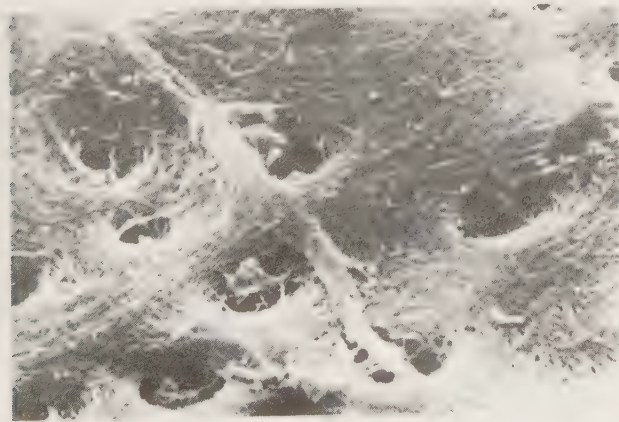


Abb.4:

Experimentelle Exstirpation, nicht abgeschlossenes Prädentinwachstum, freiliegende Blutgefäße (Vergr. 5000:1)



Abb. 5:

Wurzelkanal nach Entfernung des Pulpagewebes, unebenes Prä-
dentin, das durch eng gedrängte Dentinkanälchen durchbrochen ist
(Vergr. 1000:1)

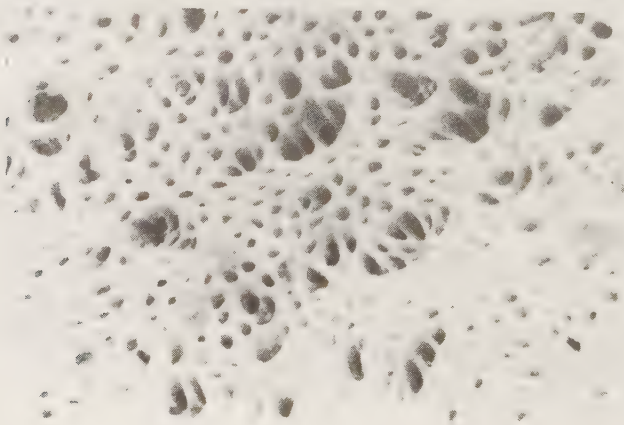


Abb.6:

Experimentelle Exstirpation, unebene Oberfläche des Prä-
dentin mit Vertiefungen, aus denen Dentinkanälchen abgehen
(Vergr. 1000:1)

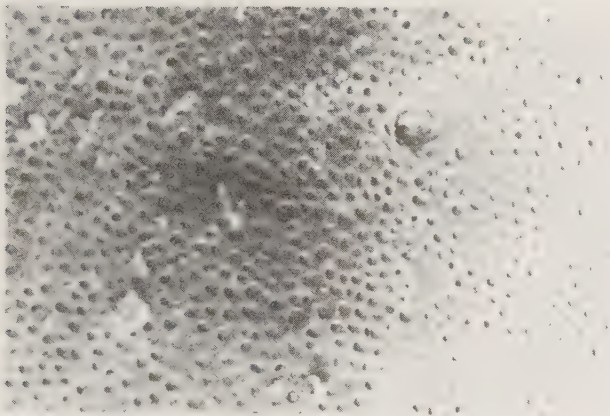


Abb.7:

Experimentelle Exstirpation, relativ plane Oberfläche, regelmäßig verteilte Dentinkanälcheneingänge (Vergr. 700:1)

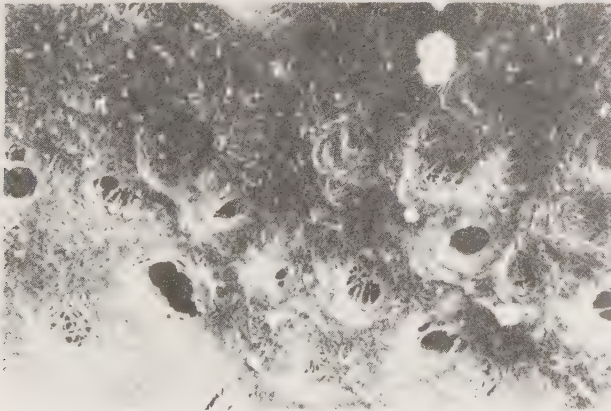


Abb.8:

Experimentelle Exstirpation; netzartige Struktur des nicht abgeschlossenen Prädentinwachstums, unregelmäßig verteilte Dentinkanälcheneingänge mit unterschiedlichen Durchmessern (Vergr. 2000:1)

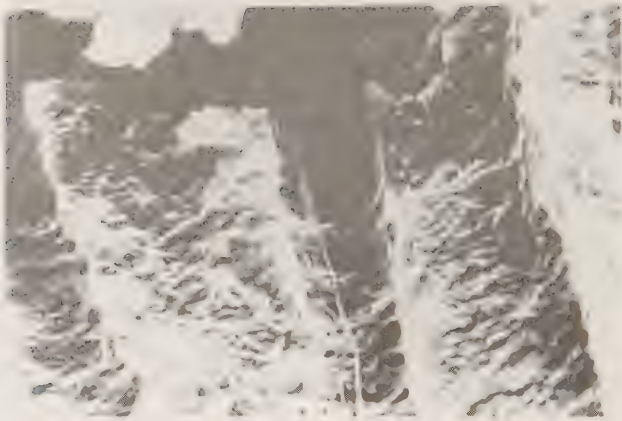


Abb.9:

Bruchstelle, längsgetroffene Dentinkanälchen, möglicherweise marklose Nervenfasern (Vergr. 7000:1)

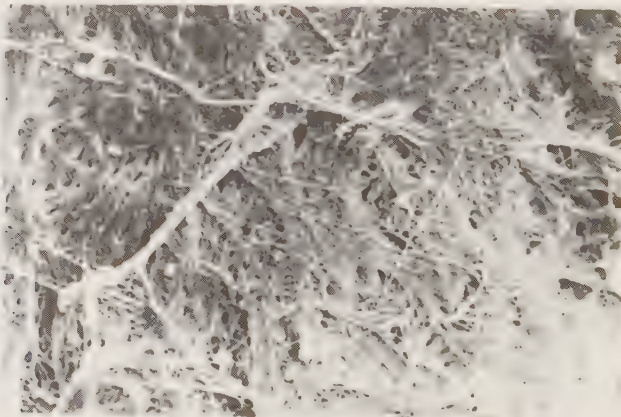


Abb.10:

Übliche Exstirpation, Blutgefäße und dichtes Fasernetz trotz "idealer" Exstirpation (Vergr. 1000:1)

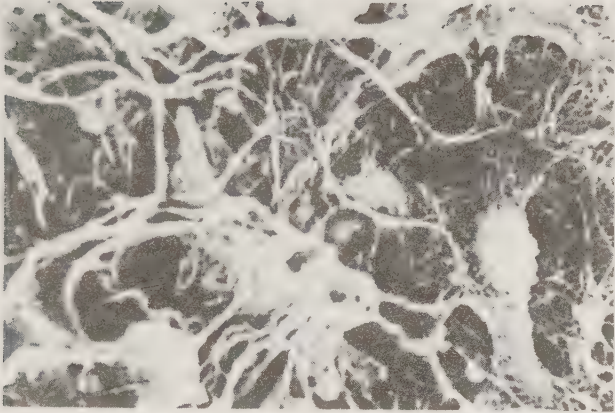


Abb.11:

Übliche Exstirpation, verbliebene Pulparesten an der Kanalwand
(Vergr. 3000:1)

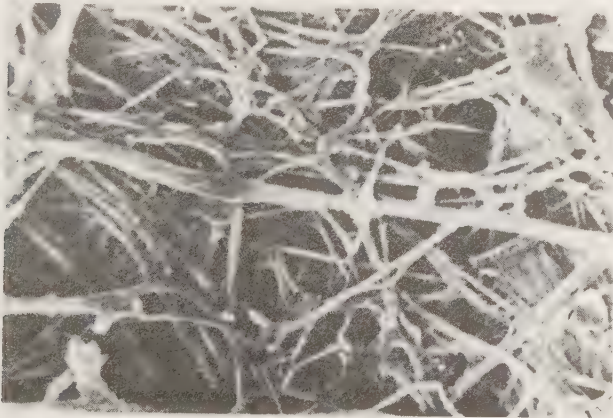


Abb.12:

Übliche Exstirpation, Netz von Blutgefäßen und kollagenen
Fasern (Vergr. 10000:1)

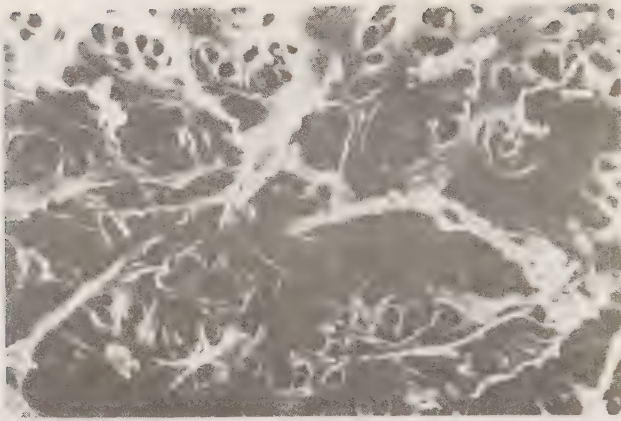


Abb.13:

Übliche Exstirpation, Wand relativ frei von Pulparesten, Vertiefungen, an denen mehrere Dentinkanälchen beginnen (Vergr. 10000:1)

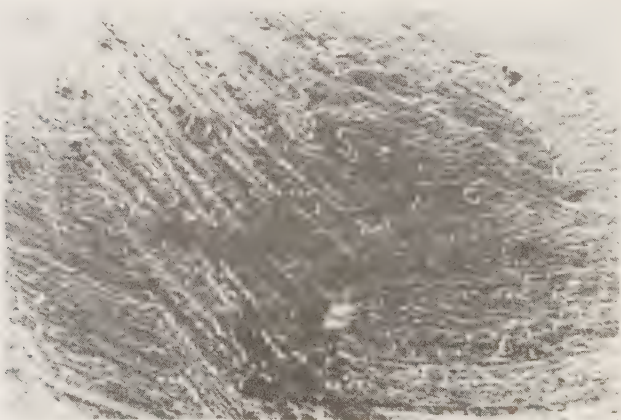


Abb.14:

Apikaler Bereich nach KERR-Räumer, horizontale Spuren, die sich verschiedentlich kreuzen, teilweise freiliegende Auflagerungen (Vergr. 200:1)



Abb.15:

Apex links und rechts begrenzte Oberfläche zeigt horizontale Spuren, kleine Bahnen, zurückgebliebene Dentinsplitter und Gewebsreste nach KERR-Räumer Aufbereitung (Vergr. 2000:1)

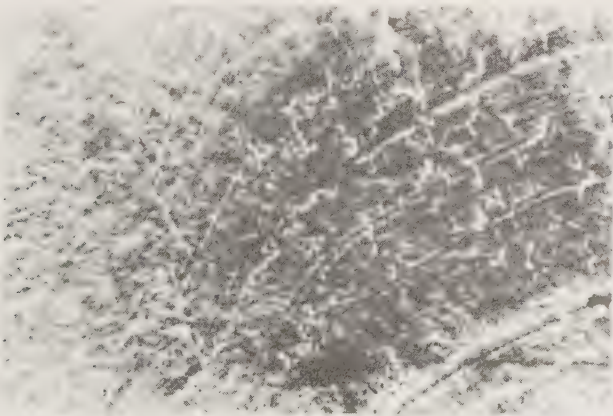


Abb.16:

Kreisförmige Spuren des KERR-Räumers an der Schichtoberfläche des Apex, bedeckte Dentinkanälcheneingänge, dachziegelförmige Konstruktionen, ebene Oberflächenbezirke (Vergr. 400:1)

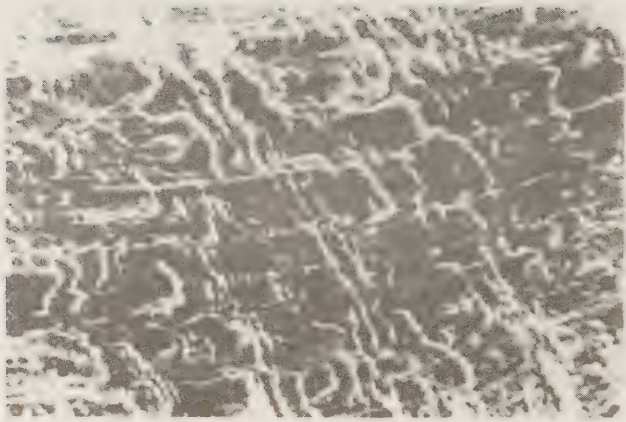


Abb. 17:

Spuren von stumpfen KERR-Räumern, abgerundete Ecken, dach-
ziegelartige Konstruktionen (Vergr. 400:1)



Abb.18:

Scharfe Ecken nach Benutzung eines scharfen KERR-Räumers
(Vergr. 700:1)

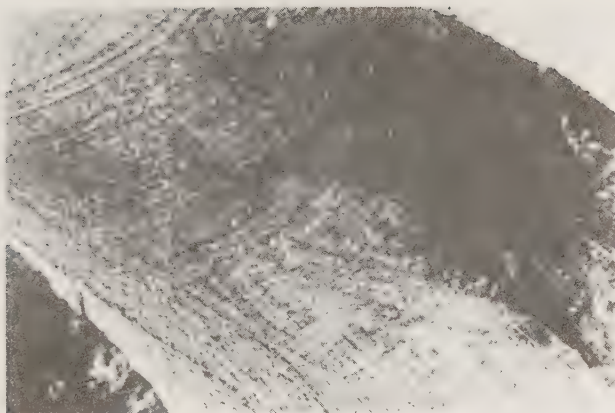


Abb.19:

Mittlerer Bereich des Wurzelkanals mit kreisförmigen horizontalen, teilweise vertikalen KERR-Räumer Spuren, die durch Zurückziehen des Instruments entstanden (Vergr. 50:1)



Abb.20:

Glatte Oberfläche der bedeckenden Schicht im mittleren Bereich mit horizontalen KERR-Räumer Spuren und Auflagerungen (Vergr. 200:1)

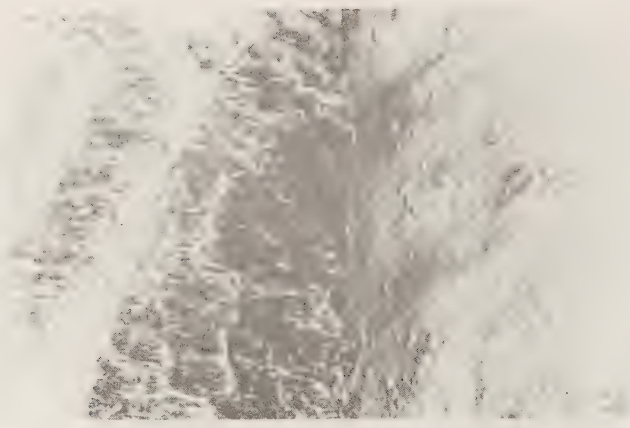


Abb.21:

Übergang des Wurzelkanals in das Dentin, scharfe Kante als Nachweis des genauen Bearbeitens der Wand durch den KERR-Räumer, horizontale Spuren und Verschmierungen (Vergr. 700:1)

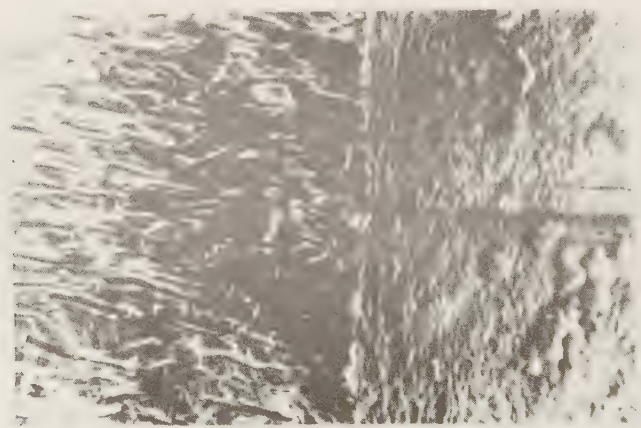


Abb.22:

Deutliche Darstellung des Verlaufs von Dentinkanälchen im Dentin im mittleren Wurzelbereich (Vergr. 700:1)

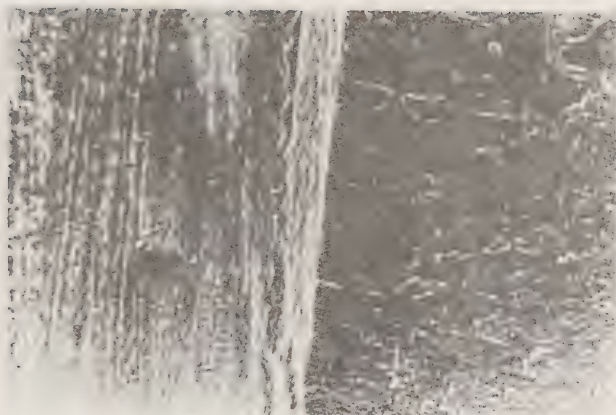


Abb.23:

Übergang des Wurzelkanals ins Dentin, genau abgebildete Schicht mit teilweise vertikalen Spuren, sehr scharfe Grenze (Vergr. 200:1)

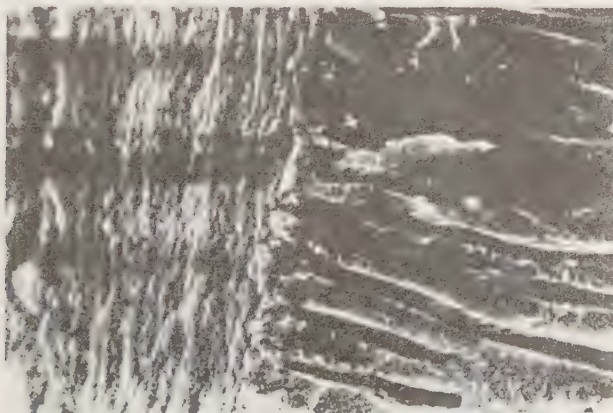


Abb.24:

wie Abb.23 (Vergr. 2000:1)



Abb.25:

Mit einem KERR-Räumer unvollkommen bearbeitete mittlere Wurzelkanalwand, deutliche, quer verlaufende Spuren, weitgehend verschlossene Dentinkanälchen, teilweise unbearbeitete Stellen (Vergr. 30:1)

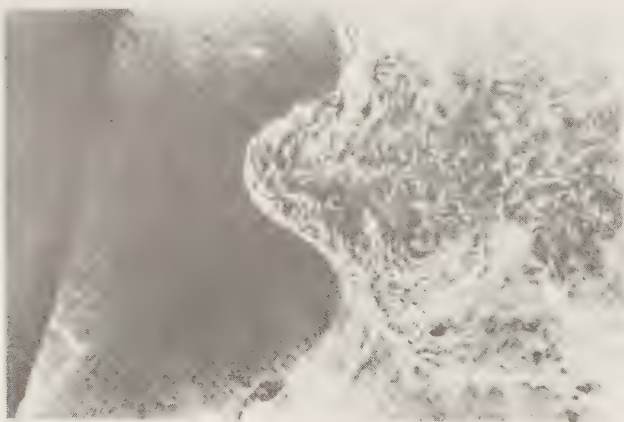


Abb.26:

Buchten, die vom KERR-Räumer in der Kanalmitte nicht bearbeitet werden konnten, Verschnierungen, offene Dentinkanälcheneingänge, keine Spuren (Vergr. 30:1)

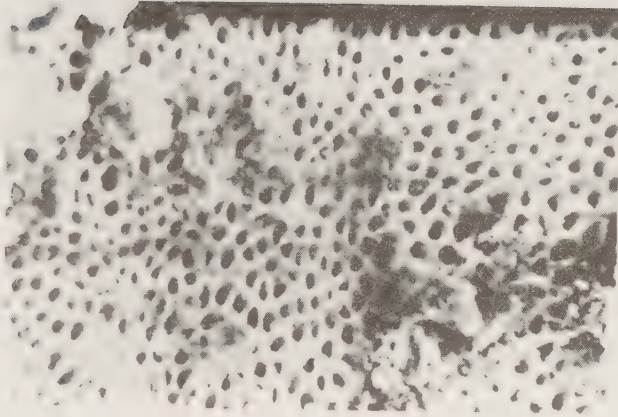


Abb.27:
wie Abb.26 (Vergr. 1000:1)

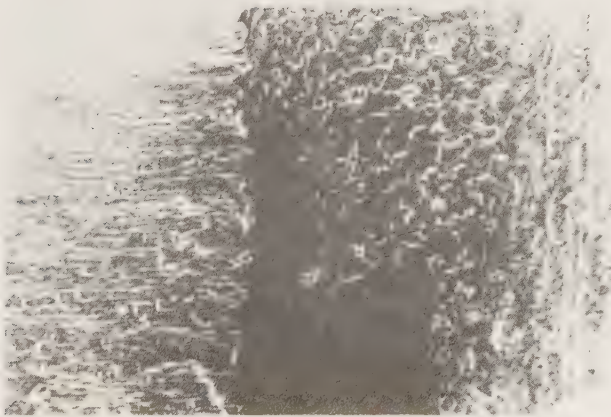


Abb.28:
Vom KERR-Räumer unbearbeitete Stelle in der Wurzelmitte, offene
Dentinkanälcheneingänge, ungerade Grenze an der Wurzelkanal-
Bruchstelle (Vergr. 200:1)

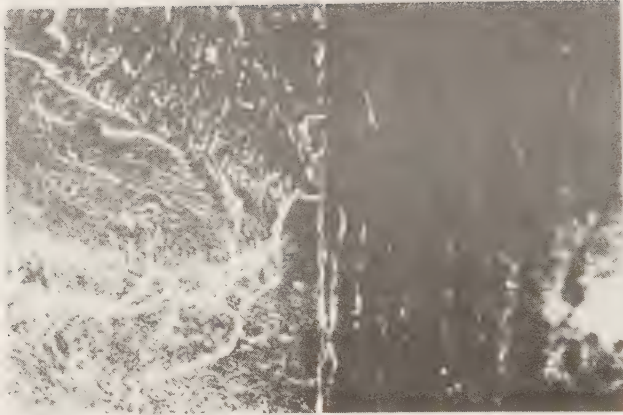


Abb.29:

Mit KERR-Räumer "ideal" bearbeitete Stelle mit ganz geradem Übergang (Vergr. 200:1)

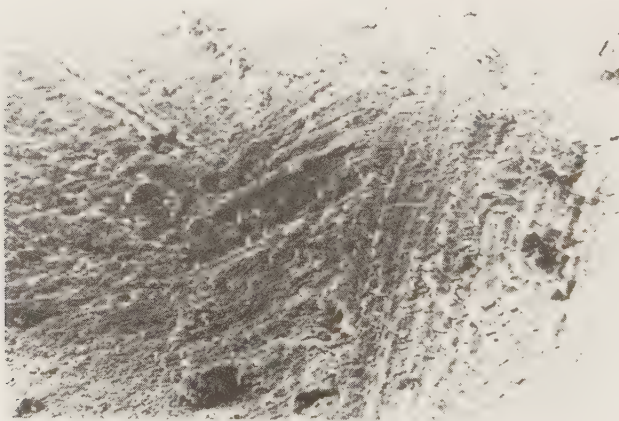


Abb.30:

Horizontale und vertikale KERR-Räumer Spuren am Wurzelkanaleingang mit insgesamt bedeckender Schicht und Auflagerungen (Vergr. 200:1)

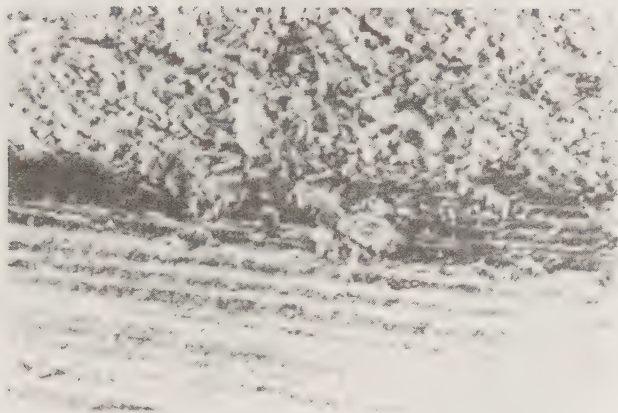


Abb.31:

Überwiegend vertikale KERR-Räumer Spuren, Verschmierungen, nicht abtransportierte Auflagerungen (Vergr. 700:1)

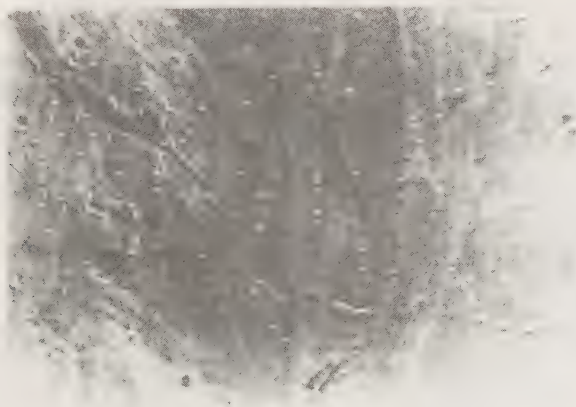


Abb.32:

Gut abgebildete Beschichtung der unebenen Oberfläche des Wurzelkanaleingangs, nicht parallele Spuren sind der Oberflächengestaltung angepaßt (Vergr. 100:1)

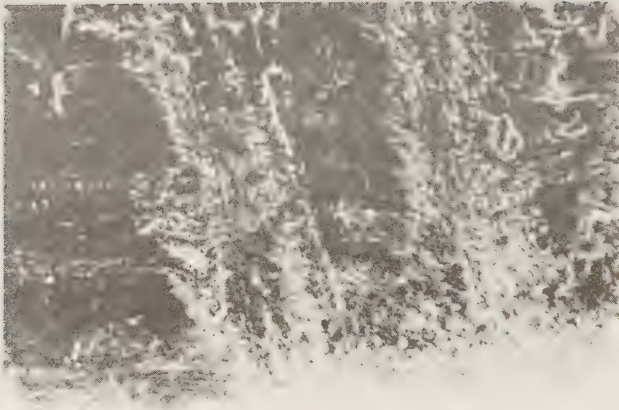


Abb.33:

Unebene Konfiguration der Oberfläche des Wurzelkanaleingangs,
vom KERR-Räumer nur teilweise bearbeitete Stellen mit offenen
Dentinkanälcheneingängen und Verschmierungen (Vergr. 400:1)

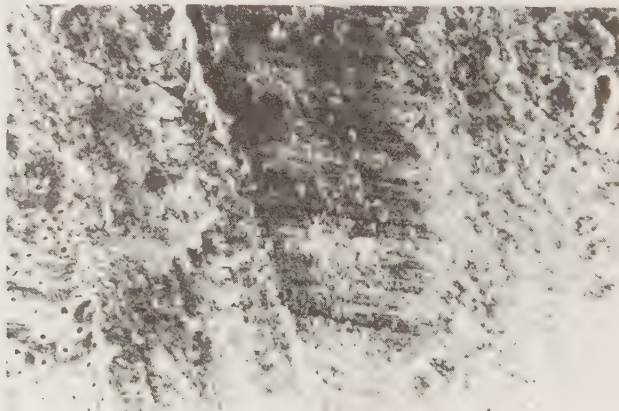


Abb.34:

wie Abb.33 (Vergr. 700:1)

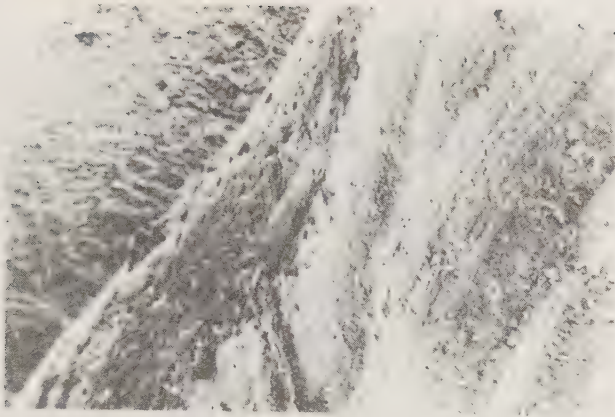


Abb.35:

Unebene Bezirke mit verschmierten, nicht ausreichend bearbeiteten Stellen am Übergang Wurzelkanal-Bruch des Kanaleingangs (Vergr. 50:1)

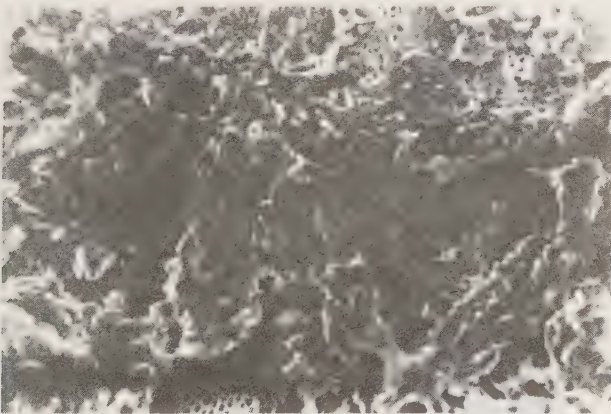


Abb.36:

Vom KERR-Räumer unbearbeitete Stelle mit teilweisen Verschmierungen und offenen Dentinkanälcheneingängen (Vergr. 400:1)

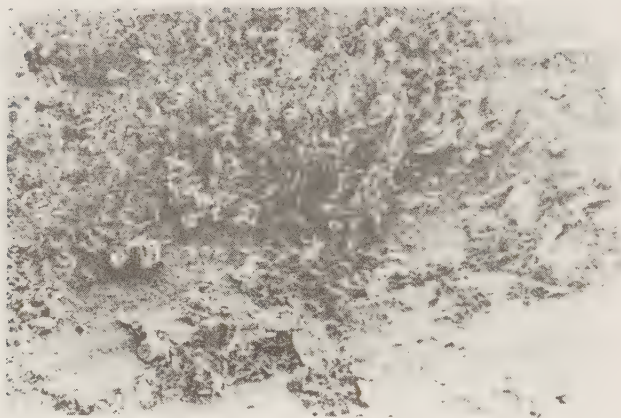


Abb.37:

Im Apexbereich vom KERR-Räumer bearbeitete, aber nach der Stoßbewegung der HEDSTRÖM-Feile stark verschmierte Stelle (Vergr. 50:1)

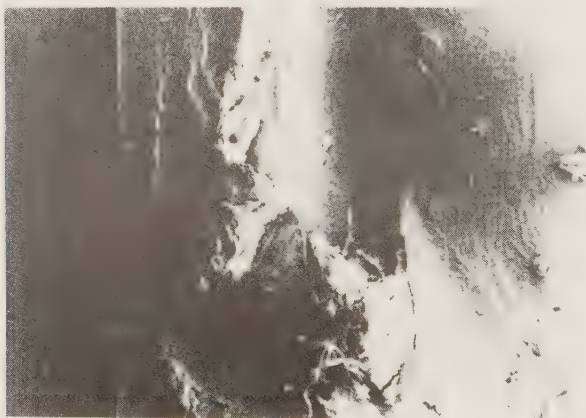


Abb.38:

Total verstopfter apikaler Bereich nach Bearbeitung mit KERR-Räumer und HEDSTRÖM-Feile (Vergr. 30:1)

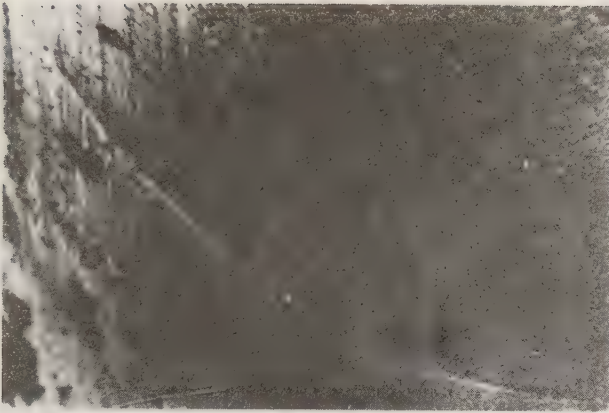


Abb.39:

Gut bearbeitete Wurzelkanalmitte mit glatter Oberflächenschicht, geringen Verschmierungen und wenigen Spuren, eine horizontale Bahn entstand wahrscheinlich durch das Rotieren des KERR-Räumers (Vergr. 200:1)

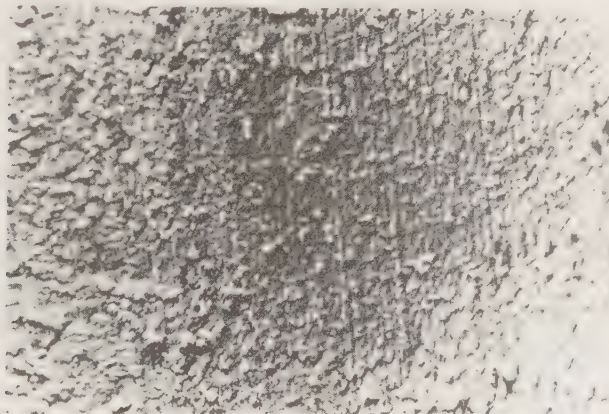


Abb.40:

Vertikale Spuren, dichte Oberflächenbeschichtung mit Rauigkeit in der Kanalmitte nach Bearbeitung mit KERR-Räumer und HEDSTRÖM-Feile (Vergr. 400:1)

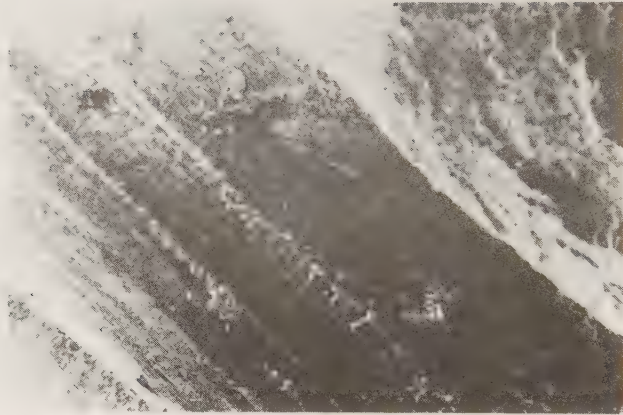


Abb.41:

Tiefe vertikale Bahn in der Mitte des von der HEDSTRÖM-Feile bearbeiteten Wurzelkanals mit Auflagerungen (Vergr. 100:1)

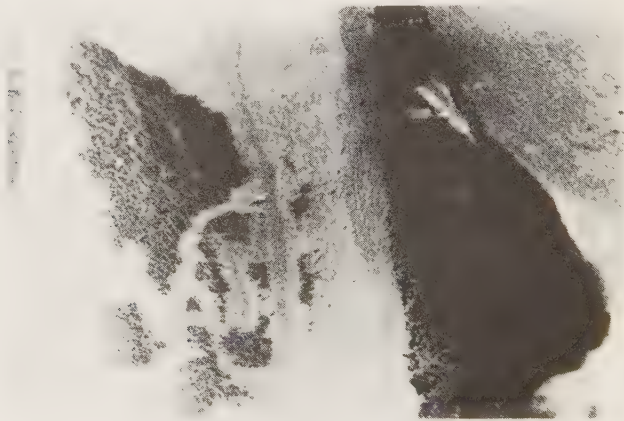


Abb.42:

Teilweise abgespülte Oberflächenschicht mit offenen Dentinkanalcheneingängen in der Wurzelkanalmitte nach Aufbereitung mit KERR-Räumer und HEDSTRÖM-Feile (Vergr. 50:1)

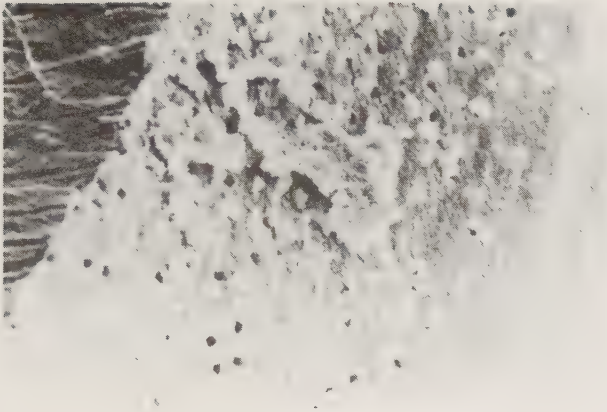


Abb.43:

Unbearbeitete Stelle in der Kanalmitte trotz genauer Bearbeitung der Wand an der Grenze zwischen Kanal und Bruch, offene Dentinkanälcheneingänge und Verschmierungen (Vergr. 1000:1)

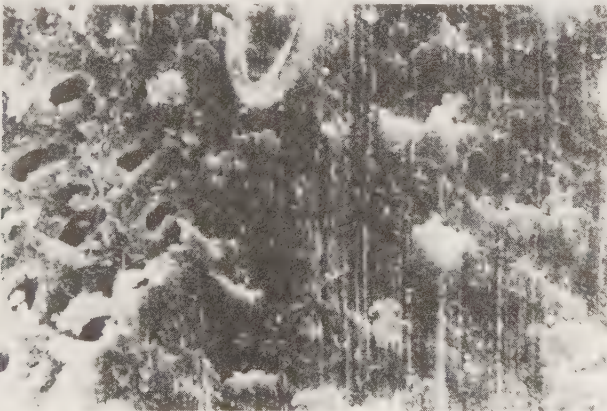


Abb.44:

Dichte Beschichtung in der rechten Abb.-Hälfte, links Vertiefungen, die unbearbeitet blieben mit offenen Dentinkanälchen, in denen sich Fasern befinden (Vergr. 3000:1)



Abb.45:

Unvollkommene Beschichtung ohne unbearbeitete Stellen am Wurzelkanaleingang mit vertikalen Bahnen und sauberer Oberfläche nach Bearbeitung mit KERR-Räumer und HEDSTRÖM-Feile (Vergr. 30:1)

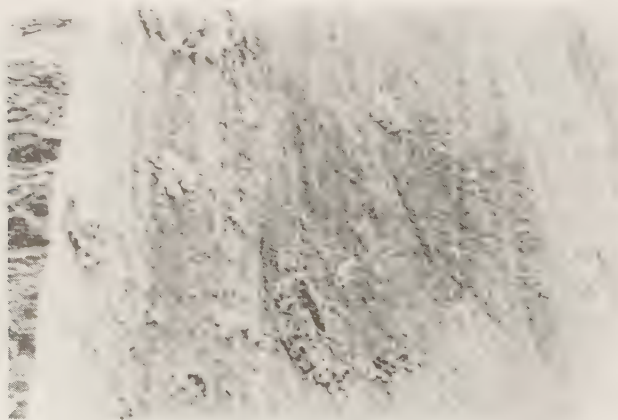


Abb.46:

Gründliche Oberflächenbedeckung der Dentinkanälcheneingänge und vertikale Bahn im Bild rechts oben nach Bearbeitung mit KERR-Räumer und HEDSTRÖM-Feile (Vergr. 200:1)

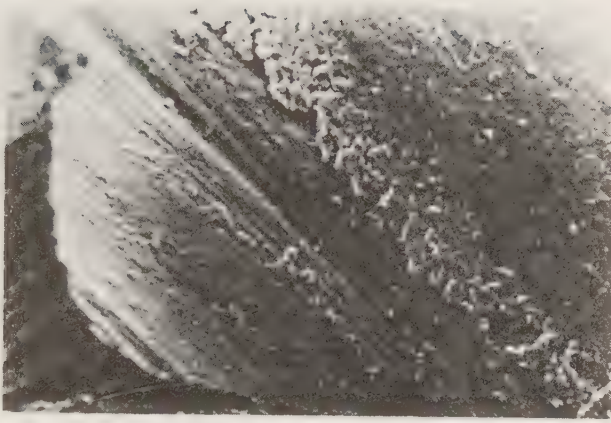


Abb.47:

Tiefe Fissuren bei gleichzeitig angelagertem Material nach Bearbeitung mit KERR-Räumer und HEDSTRÖM-Feile (Vergr. 400:1)

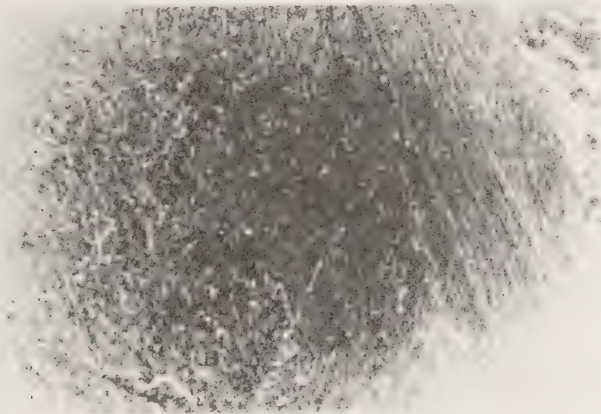


Abb.48:

Horizontale Spuren, die vom KERR-Räumer herrühren und vertikale Spuren der HEDSTRÖM-Feile im Apexbereich (Vergr. 200:1)

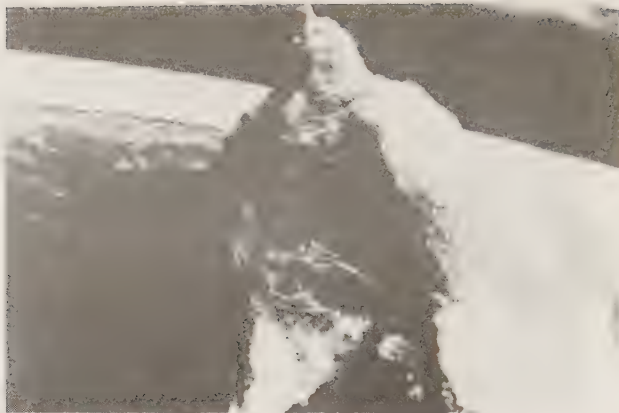


Abb.49:

Vorgeschobenes abgekratztes Dentin im Apexbereich nach alternierender Bearbeitung mit KERR-Räumer und HEDSTRÖM-Feile (Vergr. 200:1)

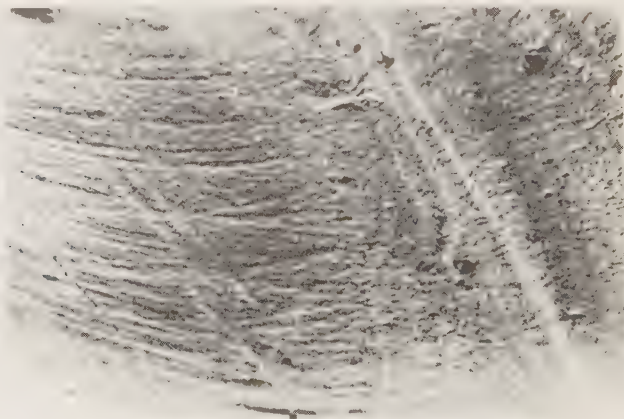


Abb.50:

Einzelne horizontale und vertikale Spuren nach kreisförmiger Bearbeitung und anschließender Entfernung des KERR-Räumers (Vergr. 200:1)

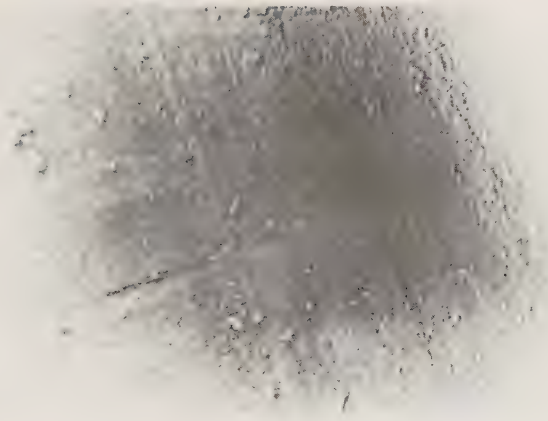


Abb.51:

Ununterbrochene Beschichtung eines gut bearbeiteten Abschnitts der Kanalmitte mit überwiegend vertikalen Spuren und wenigen Verschmierungen (Vergr. 200:1)

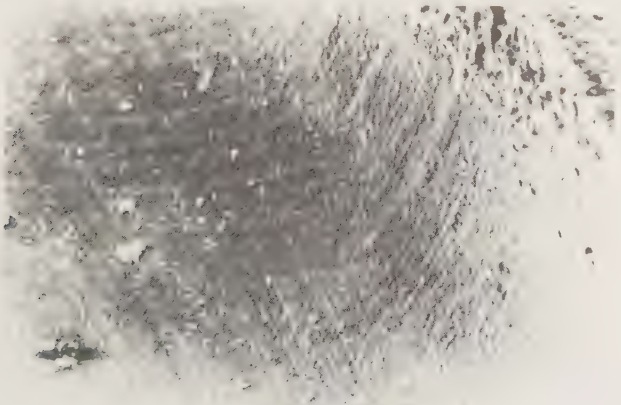


Abb.52:

Genau bearbeitete Wand mit gut bedeckender Schicht und horizontalen Spuren vom KERR-Räumer und vertikalen von der HEDSTRÖM-Feile (Vergr. 200:1)

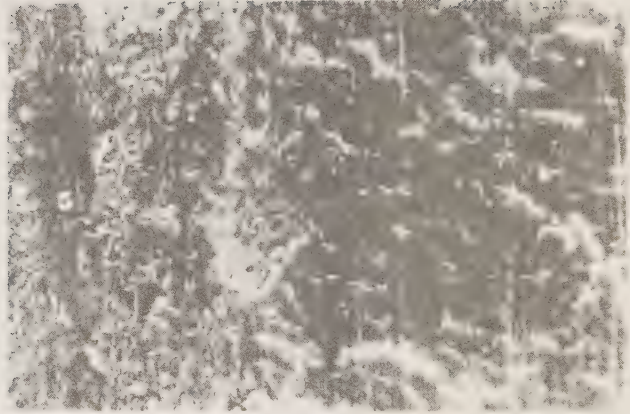


Abb.53:

Oberfläche der Beschichtung mit vertikalen Spuren dachziegelförmiger Konstruktion rechts im Bild, unbearbeitete Stellen in der Bildmitte mit offenen Dentinkanälcheneingängen und links eine lockere Schichtkonsistenz mit Verschmierungen nach alternieren der Bearbeitung von KERR-Räumer und HEDSTRÖM-Feile in der Wurzelmitte (Vergr. 700:1)

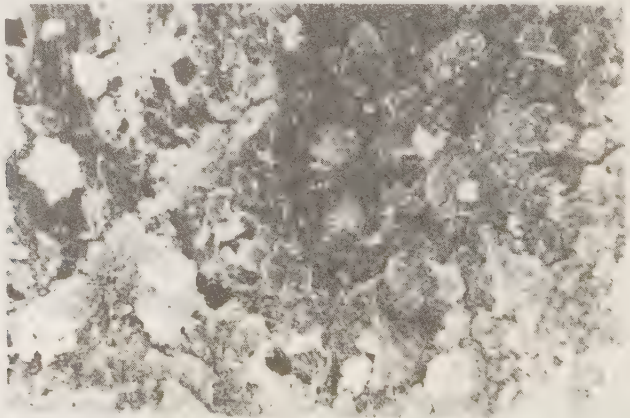


Abb.54:

Unbearbeitete Stelle mit offenen Dentinkanälcheneingängen und Gewebsresten, rechts im Bild Schichtbestandteile (Vergr. 3000:1)



Abb.55:

Eingang eines engen Wurzelkanals mit engen Spuren, glatter Oberfläche und teilweise Verschmierungen (Vergr. 200:1)

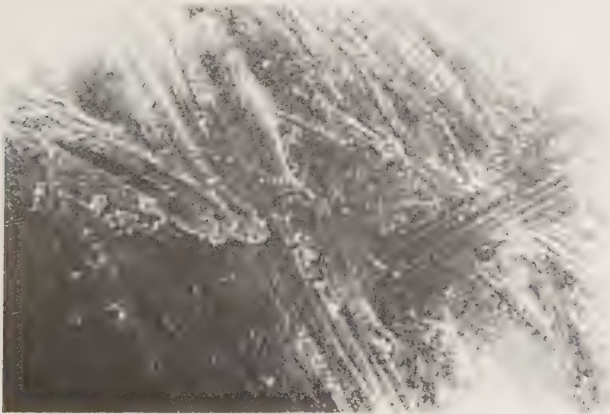


Abb.56:

Eingang eines breiteren Kanals mit unebener Oberfläche und unregelmäßigen Spuren infolge eines nicht ganz flächigen Kontaktes von KERR-Räumer und HEDSTRÖM-Feile mit der Wand (Vergr. 100:1)

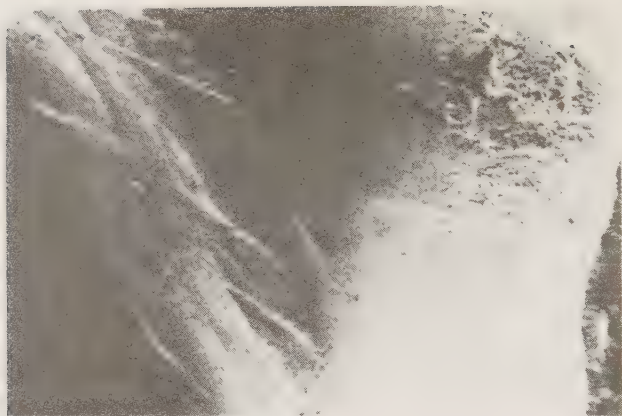


Abb.57:

Unebener breiter Kanaleingang mit einzelnen, tieferen Bahnen. Unbearbeitete Stellen im Bild rechts oben. Selbst das stärkste Instrument konnte nicht die ganze Wand erfassen (Vergr. 50:1)



Abb.58:

Total verstopfter apikaler Bereich durch die Stoßbewegung der Rattenschwanzfeile, oberhalb davon vertikale Spuren dieses Instruments (Vergr. 30:1)

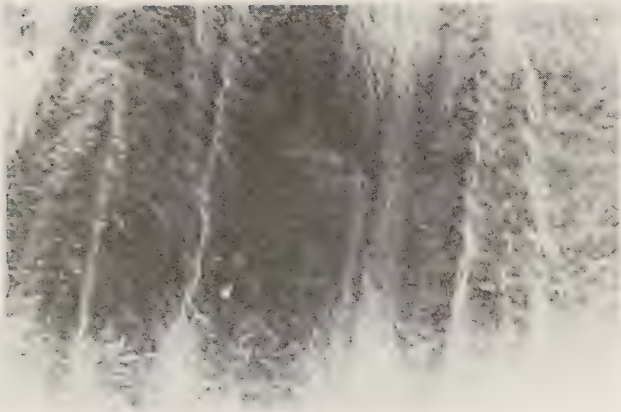


Abb.59:

Mitte eines aufbereiteten Kanals, vertikale Bahnen von den Ratenschwanzfeilen, die in ihrer Stärke dem Kanaldurchmesser nicht angepaßt waren (Vergr. 200:1)

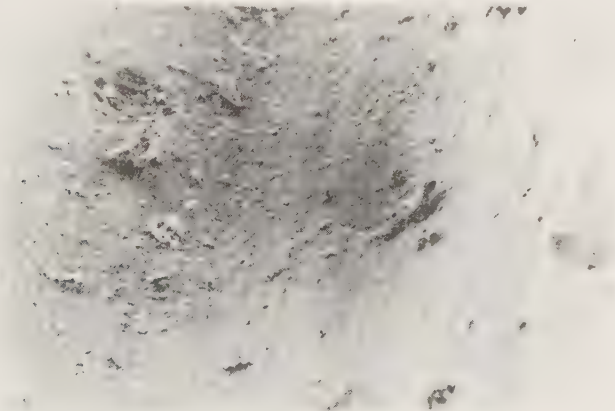


Abb.60:

Mitte eines engeren Kanals mit glatter gut bearbeiteter und verschmierter Oberfläche (Vergr. 200:1)

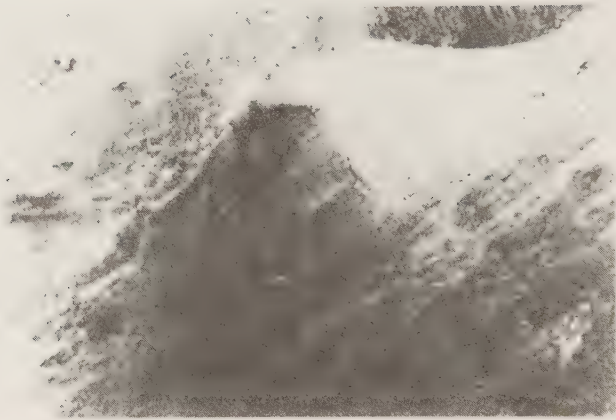


Abb.61:

Unbearbeitete Stelle der Mitte eines breiten Kanals mit stark verschmierter Oberflächenschicht und Auflagerungen in Buchten sowie offene Dentinkanälcheneingänge (Vergr. 100:1)

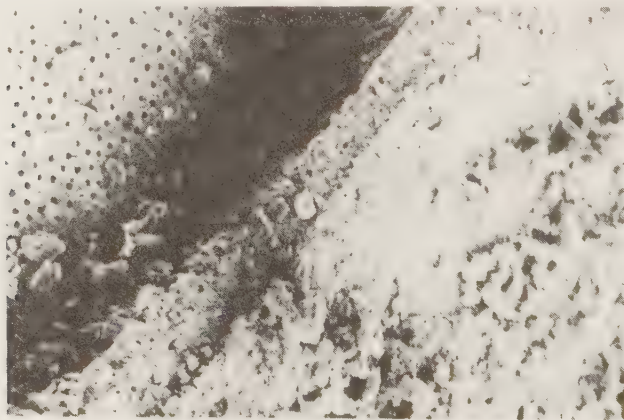


Abb.62:

wie Abb.61 (Vergr. 700:1)

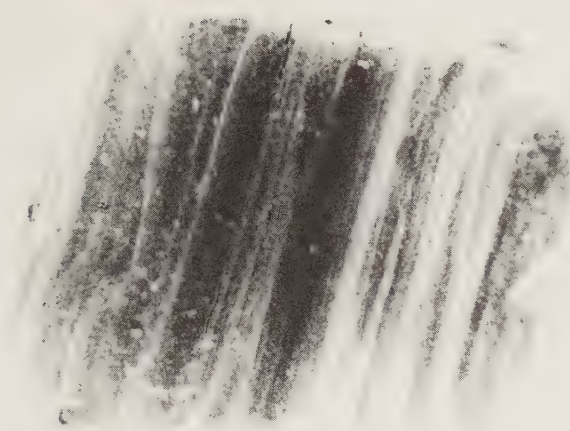


Abb.63:

Breiterer Kanaleingang als die Stärke des bearbeitenden Instruments. Vertikale Spuren infolge der Wirkung des ganzen Instruments, in den Bahnen befinden sich kleine parallele Fissuren, die den einzelnen Häckchen der Rattenschwanzfeile entsprechen (Vergr. 50:1)

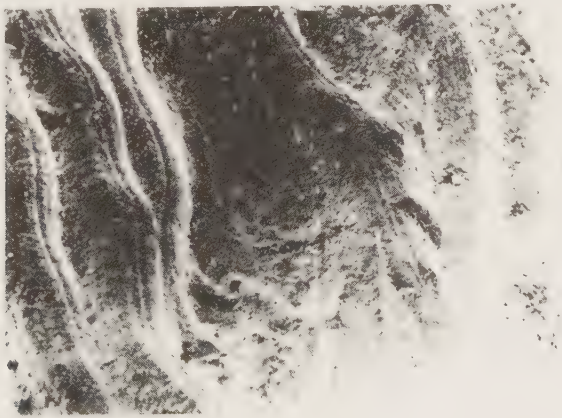


Abb.64:

Sehr breiter Kanaleingang mit einzelnen tiefen vertikalen Spuren von der für den Kanal zu kleinen Rattenschwanzfeile (Vergr. 30:1)

LEBENS LAUF

Am 24.6.46 wurde ich, Jan Konopleski, in Przemyśl in Polen als Sohn des Zahnarztes Władysław Konopelski und dessen Frau Helena, geb. Bator, geboren und römisch-katholisch getauft.

Von 1953 bis 1960 besuchte ich die Grundschule in Przemyśl, von 1960 bis 1964 das Gymnasium ebenfalls dort.

1964 begann ich das Studium der Internationalen Wirtschaft in Warszawa (Warschau) und legte das Staatsexamen in diesem Fach 1970 ab.

Anschließend begann ich mit dem Studium der Zahnmedizin in Wrocław (Breslau), welches ich am 15.7.1977 mit dem Staatsexamen abschloß.

Am 1.11.1977 trat ich eine Assistentenstelle an der Abteilung für Zahnerhaltung und Parodontologie der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Erlangen an.

Am 29.5.1978 heiratete ich in Pretzfeld (Oberfranken) Fräulein Dr.med.dent Marianne Preller. Aus dieser Ehe stammt die am 6.12.1978 geborene Tochter Nikola.

Am 23.10.1979 wurde unsere Ehe vor dem Amtsgericht in Forchheim geschieden.

Seit dem 1.5.1979 arbeitete ich als Assistent an der Abteilung für Zahnerhaltung und Parodontologie an der Zahnklinik München.

Am 1.3.1980 wechselte ich in die Abteilung für Prothetische Zahnheilkunde der Universität München über.

Gegenwärtig beabsichtige ich, ab 17.11.1980, meine kiefer-orthopädische Ausbildung in der freien Praxis in Berlin (West) zu beginnen.

